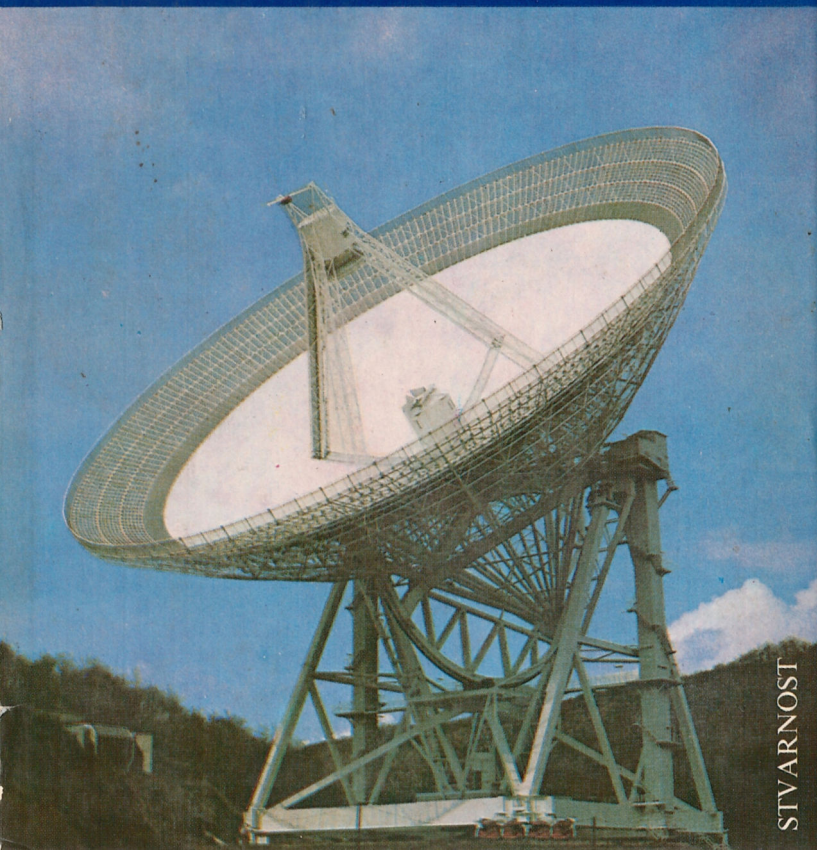
Arthur C. Clarke

PROFILI BUDUĆNOSTI



STVARNOST

Naslov originala
Arthur C. Clarke — PROFILES OF THE FUTURE
Pan Books London and Sydney, 1976
Copyright © Arthur C. Clarke, 1962, 1973

Preveo
Vojan Lukatela

Opremio
Željko Lolić

Fotografija na naslovnoj stranici:
Purnell's Concise Encyclopedia of Science,
Purnell, London

Tisak: NIŠP Vjesnik — Zagreb

Arthur C. Clarke

PROFILI BUDUĆNOSTI

STVARNOST
ZAGREB

Mojim kolegama u Institutu za istraživanje dvadeset prvog stoljeća, a posebno Hugu Gernsbacku koji je mislio na sve.

SADRŽAJ

	Predgovor drugom izdanju .	9
	Uvod	13
I	Proroštvo i nedostatak smjelosti . .	19
II	Proroštvo i nedostatak mašte . . .	29
III	Budućnost prometa	38
IV	Na zračnom jastuku	53
V	Protiv gravitacije	61
VI	Sve brže	75
VII	Svijet bez udaljenosti	84
VIII	Raketom do renesanse	96
IX	Tamo ne možete stići odavde . . .	111
X	Neosvojivi svemir	126
XI	O vremenu	135
XII	Doba obilja	153
XIII	Aladinova svjetiljka	168
XIV	Nevidljivi ljudi i druga čuda . . .	175
XV	Cesta za Liliput	187
XVI	Glasovi s neba	198
XVII	Mozak i tijelo	212
XVIII	Zastara čovjeka	227
XIX	Dugo buđenje	243
	Tabela budućnosti . .	248

PREDGOVOR DRUGOM IZDANJU

Ova se knjiga prvi put pojavila 1962, a sastavljena je od članaka napisanih u razdoblju od 1959. do 1961. Budući da su uglavnom razmatrane krajnje mogućnosti, a ne dostignuća koja se mogu očekivati u bliskoj budućnosti, knjiga nije zastarjela usprkos zadivljujućim događajima posljednjeg desetljeća. Poglavlje »Raketa za renesansu« npr. sad je još aktualnije nego što je bilo 1960. kad je napisano, devet godina prije prvih ljudskih koraka po Mjesecu.

Ono što se promijenilo, na način koji nitko od nas nije mogao predvidjeti, to je čitav naš odnos prema budućnosti, a posebno prema tehnologiji. »Profili« su bili jedna od prvih u poplavi knjiga o budućnosti. Danas postoje društva, zaklade i časopisi posvećeni proučavanju »futuristike«. Bibliografiju je već teško slijediti, a najbolji način da budete u toku omogućuje World Future Society (Svjetsko futurološko društvo) i njihov odličan časopis »The Futurist« (»Futurolog«).

Odakle odjednom takvo zanimanje za budućnost? Ne postoji, naravno, jedinstven ili jednostavan odgovor. Možda zbog toga što je većina obrazovanih ljudi napokon počela shvaćati nužnost promjene i potrebu pripreme za neizbježne revolucije na svim područjima ljudske djelatnosti. Ako u pola života doživite nekoliko revolucija, lakše vam je prihvatiti mogućnost da se spremaju nove.

Ipak, divljenje budućnosti izazvalo je svoju vlastitu suprotnost, posebno u tzv. razvijenim društvima. Raste nezadovoljstvo zbog »napretka« (kako god bio definiran) pa čak i osjećaj da smo u mnogim stvarima otišli već predaleko.

Neki od tih nazora, osobito među mladima, odražavaju opću slabost šezdesetih godina uzrokovanu potresnim ubojstvima, razornim ratovima i ostalim užasima toga nesretnog desetljeća. Razumljivo je da su, suočeni s tim strahotama, mnogi pripisali svu krivicu znanstveno-tehnološkom pristupu, kao što su četrdeset godina ranije njihovi jednako razumni i iskreni preci za sve okrivili kapitalizam. U oba je slučaja u optužbama bilo mnogo istine ali ne i sva istina pa su predlagane metode liječenja često bile gore od same bolesti.

Potkraj šezdesetih godina nezadovoljstvo, izazvano krajnostima industrijskog društva, dovelo je do protivljenja svemu racionalnom.

Kultura drogiranih, »jipiji«, buđenje zanimanja za magiju, astrologiju i nastrane vjere, sve su to dijelovi iste slike. U povijesnom trenutku kad je Istok očajnički pokušavao dostići zapadnu tehnologiju, Zapad se obraćao Istoku u potrazi za duhovnom poukom.

Nadamo se da iz tog vrenja ideja i filozofija tokom dužeg razdoblja može proisteći mnogo dobra. Krajnosti će se na obje strane poništiti, a ono što ostane možda će biti veće poštivanje organskog svijeta ali bez nekritičnog prihvaćanja svega »prirodnog«. Ima mnogo prirodnih stvari koje bi trebalo odlučno odbaciti, ali isto tako i mnogo umjetnih koje zaslužuju gorljivu podršku.

Drago mi je da sam već u prvom izdanju oštro napao rasipnost i glupost suvremene industrijske države (vidi XII poglavlje) iako ne tvrdim da sam prvi borac za očuvanje okolice. Međutim, ne smatram da će ova knjiga biti osobito korisna onima koji se bore da iskorijene bolesti današnjih društava. U nekim područjima ona je čak i gora od beskorisnosti jer ja se ne bavim problemima bliske budućnosti nego krajnjim mogućnostima. Podnaslov »Istraživanje granica mogućeg« najtočnije opisuje ono što sam imao na umu. Pretpostavljam da one koji se današnjim tehnologijama bore za rješenje današnjih problema obeshrabruje priča o za-

divljujućim stvarima kojima ćemo raspolagati — sredinom slijedećeg stoljeća. Neki dan sam se vozio prenastanjenim predgrađem Calcutte na predavanje koje se temeljilo uglavnom na ovoj knjizi. U tim okolnostima nije teško gledati optimistički na bilo kakvu budućnost.

Izrazio bih svoju zahvalnost svim čitateljima koji su mi uputili korisne primjedbe na prvo izdanje, a posebno R. E. Buttonu iz COMSAT-a koji je ovu knjigu nekoliko godina koristio kao priručnik uz svoja predavanja na Virdžinijskom sveučilištu i čije su napomene utjecale na promjene u ovom izdanju.

Neke od ideja u ovoj knjizi podrobnije su razrađene u dvjema kasnijim knjigama »Voices from the Sky« (»Glasovi s neba«) i »Report on Planet Three« (»Izvještaj o trećem planetu«).

Arthur C. Clarke
Colombo, Ceylon
1972.

UVOD

Budućnost je nemoguće proricati i svi pokušaji prognoziranja postaju smiješni već nakon nekoliko godina. Ova knjiga ima realniju, a istovremeno i ambicioznu zadaću. Ona ne pokušava opisati budućnost, već odrediti granice unutar kojih moraju ležati moguće budućnosti. Usporedimo li razdoblja koja se prostiru pred nama s neistraženim, nekartiranim područjem, onda je ono što ja pokušavam učiniti *izmjera* granica tog područja i stjecanje osnovne predodžbe o njegovoj veličini. Detaljni zemljopis njegove unutrašnjosti mora ostati nepoznat — sve dok je ne dosegnemo.

Uz nekoliko iznimki, ograničavam se na samo jedan vid budućnosti — na njenu tehnologiju, a ne društvo koje će se na toj tehnologiji temeljiti. To nije, kako bi moglo izgledati, usko ograničenje, jer će znanost dominirati budućnošću još više nego što dominira sadašnjicom. Osim toga, to je jedino područje gdje je pridviđanje uopće moguće. Znanstvena ekstrapolacija ravna se prema nekim općim zakonima kakvi ne postoje u politici ili gospodarstvu.

Također vjerujem — i nadam se — da se politici i gospodarstvu neće u budućnosti davati takvo značenje kao u prošlosti. Doći će vrijeme kad će većina naših sadašnjih protuslovlja u tim stvarima izgledati isto tako beznačajna ili besmislena kao teološke rasprave u kojima su najoštriji umovi srednjeg vijeka rasipali svoju energiju. Politika i gospodarstvo razmatraju pitanja moći i bogatstva, a nijedno od toga ne bi trebalo da bude prvenstveno, a još manje isključivo zanimanje zrelih ljudi.

Mnogi su pisci, dakako, pokušali opisati tehnološka čuda budućnosti s različitim uspjehom. Jules

Verne klasičan je primjer kakav se vjerojatno neće nikad ponoviti jer se on rodio u jedinstvenom vremenu i iskoristio sve mogućnosti što mu ih je to doba pružalo. Njegov se život (1828 — 1905) poklapa s razdobljem napretka primijenjene znanosti pokrivajući gotovo točno vrijeme od stvaranja prve lokomotive do prvog zrakoplova. Samo je jedan čovjek nadmašio Vernea u točnosti svojih predviđanja: to je američki izdavač i izumitelj Hugo Gernsback (1884 — 1967). Iako po pripovjedačkom daru nije bio ravan velikom Francuzu, pa mu niti slava stoga nije jednako velika, Gernsbackov se neizravan utjecaj posredstvom njegovih raznih časopisa može usporediti s Verneovim.

Uz rijetke iznimke, čini se da su znanstvenici prilično slabi proroci. To iznenađuje jer je mašta jedna od bitnih značajki dobrog znanstvenika. Pa ipak, često su ugledni astronomi i fizičari ispali budalama tvrdeći javno da je takav i takav projekt nemoguć. *Bit će mi zadovoljstvo* da u slijedeća dva poglavlja iznesem nekoliko sjajnih primjera koji upozoravaju. Teško je naći u jednoj osobi povezan solidan znanstveni uvid — ili barem osjećaj za znanost — s istinski slobodnom maštom. Verne je izvrsno ispunjavao te uvjete, a također i Wells. Za razliku od Vernea, Wells je međutim bio veliki književnik (premda je sam to nijekao) pa nije dopuštao da ga sputavaju suhe činjenice kad mu to nije odgovaralo.

Nakon što sam prizvao slavne sjene Vernea i Wellsa išao bih tako daleko da ustvrdim da su jedino čitatelji ili pisci znanstvene fantastike pozvani da raspravljaju o mogućnostima budućnosti. Sada više nije potrebno, kao prije nekoliko godina, braniti ovaj književni rod od napada neznalica ili konzervativnih, zlobnih kritičara. Najbolja djela s tog područja mogu se s punim pravom usporediti s najvrednijim djelima lijepe književnosti što se danas objavljuju. Mi se ovdje, međutim, ne bavimo literarnim kvalitetama znanstvene fantastike, već s njenim tehničkim sadržajem. Tokom posljednjih trideset godina u desecima tisuća pripovijedaka istraže-

ne su sve pojmljive i većina nepojmljivih mogućnosti budućnosti. Vrlo je malo stvari koje se mogu dogoditi a da nisu već negdje opisane, u knjigama ili časopisima. Kritičko — pridjev je važan — čitanje znanstvene fantastike osnovna je vježba za svakog tko želi vidjeti dalje od deset godina unaprijed. Oni kojima su nepoznata maštanja prošlosti, teško mogu ab initio zamisliti stvarnost budućnosti.

Ova će tvrdnja možda izazvati srdžbu, osobito među onim drugorazrednim znanstvenicima koji ismijavaju znanstvenu fantastiku (ne znam niti jednog vodećeg znanstvenika koji bi to činio, a znam ih nekoliko koji i sami pišu znanstvenu fantastiku). Ali činjenica je da će svatko tko ima dovoljno mašte za realno procjenjivanje budućnosti biti neizbježno privučen ovom književnom rodu. Ja ne tvrdim da bi više od jedan posto čitatelja znanstvene fantastike bilo pouzdanim prorocima; tvrdim, međutim, da gotovo sto posto pouzdanih proroka čita znanstvenu fantastiku ili je piše.

Što se tiče mojih osobnih kvalifikacija za taj posao, neka moja tiskana djela govore sama. Iako sam, poput ostalih koji propagiraju svemirske letove, precijenio vrijeme i potcijenio troškove, ni najmanje se ne kajem zbog te greške. Da smo tridesetih godina znali da će razvoj svemirskih vozila stajati milijarde dolara, bili bismo potpuno obeshrabreni. Tada nitko ne bi mogao vjerovati da će se ikada raspolagati tolikim svotama.

Brzina kojom napreduje istraživanje svemira izgledala bi tada jednako nevjerojatno. Kada je časopis »Nature« 1924. objavio prikaz pionirske knjige Hermanna Obertha »Die Rakete zu Den Planetenraeumen« vrlo je smiono primijećeno: »U ovim danima besprimjernih dostignuća nitko se ne može usuditi tvrditi da se ambiciozne zamisli Hermanna Obertha ne mogu ostvariti prije nego što ljudski rod izumre«. Te su zamisli u velikoj mjeri ostvarene čak i prije smrti profesora Obertha.

Ja se mogu pohvaliti nešto boljim predviđanjem od autora prikaza u »Natureu«. U svom prvom ro-

manu »Preludij za svemir« (1947) postigao sam pun pogodak odredivši godinu 1959. kao godinu lansiranja prve rakete na Mjesec, ali sam satelite s ljudskom posadom stavio u 1970, a spuštanje na Mjesec u 1978. Tada je većini ljudi ta prognoza izgledala kao krajnji optimizam, a danas ona otkriva moju urođenu konzervativnost. To još bolje potvrđuje činjenica da 1945. nisam poduzeo ništa kako bih patentirao telekomunikacijski satelit (vidi pogl. XVI). Da sam i sanjao da će prvi eksperimentalni modeli već funkcionirati dok ću ja još biti u svojim četrdesetim godinama, bio bih barem uložio neki napor premda ne bih ništa postigao.

Ova se knjiga, u svakom slučaju, ne bavi vremenskim procjenama, već samo konačnim ciljevima. Uz sadašnji stupanj napretka nemoguće je zamisliti bilo kakvu tehničku majstoriju koja ne bi mogla biti ostvarena, ako je uopće ostvariva, tokom slijedećih pet stoljeća. Ali za svrhu ovog istraživanja, svejedno je mogu li se stvari o kojima ćemo raspravljati načiniti za deset ili za deset tisuća godina. Mene zanima samo što, a ne kada.

Zbog toga će mnoge ideje iznijete u ovoj knjizi biti u međusobnom protuslovlju. Primjerice, doista savršen sustav komunikacija potiskivao bi razvoj prometa. Nešto manje očit primjer pruža obrat: ako transport postane trenutačan, kome će još biti do komuniciranja? Budućnost će morati odabirati između mnogih superlativa; u takvim sam slučajevima opisao svaku od mogućnosti kao da ostale ne postoje.

Slično tome, neka poglavlja završavaju u optimističkom tonu, a druga u pesimističkom. Gledajući iz odgovarajućih kutova bezgranični optimizam je, kada se radi o budućnosti, jednako opravdan kao i bezgranični pesimizam. U posljednjem sam ih poglavlju pokušao oba pomiriti.

Netko je rekao da je umijeće življenja u spoznaji gdje se treba zaustaviti i u malom prelaženju te granice. U poglavljima XIV i XV pokušao sam to učiniti razmatrajući pojmove koji gotovo sigurno ne pripa-

daju znanosti, nego znanstvenoj fantaziji. Neki će možda smatrati gubitkom vremena ozbiljno razmatranje ideja poput nevidljivosti i četvrte dimenzije, no u ovom kontekstu to je potpuno opravdano. Jednako je važno otkriti ono što se ne može učiniti kao i ono što se može učiniti, a katkad je to i puno zabavnije.

Dok sam pisao ovaj uvod došao mi je u ruke prikaz jedne prilično konzervativne ruske knjige o XXI stoljeću. Ugledni britanski znanstvenik navodi u prikazu da je rad vrlo razborit i da su autorove ekstrapolacije prilično uvjerljive.

Nadam se da protiv mene neće biti podignuta takva optužba. Ako ova knjiga djeluje posve razborito i ako su sve moje ekstrapolacije uvjerljive, to bi značilo da nisam uspio sagledati dalju budućnost; jer ono u što možemo biti potpuno sigurni kada se radi o budućnosti jest da će ona biti fantastična.

I poglavlje

PROROŠTVO I NEDOSTATAK SMJELOSTI

Prije nego što se upustite u proroštvo poučno je vidjeti kakav su uspjeh u tom opasnom zanimanju postigli drugi i, što je još poučnije, gdje su griješili.

Naizgled mjerodavni ljudi jednoličnom su pravilnošću proglašavali zakone o tehnički mogućem i nemogućem, da bi se njihove tvrdnje pokazale potpuno krivima, ponekad dok je tinta na njihovim perima bila još mokra. Pažljiva analiza pokazuje da se ti neuspjesi mogu razvrstati u dvije skupine što ću ih zvati: Nedostatak smjelosti i Nedostatak mašte.

Nedostatak smjelosti izgleda da je uobičajeniji; događa se da onaj tko želi biti prorok ne dođe do neizbježnog zaključka, iako sve raspoložive činjenice vode tom zaključku. Neki su od tih promašaja toliko smiješni da se doimaju gotovo nevjerojatno pa bi bili zanimljiv predmet za psihološku analizu. Fraza »Rekli su da se to ne može načiniti« pojavljuje se tokom cijele povijesti pronalazaštva; ne znam je li itko ikada razmatrao razloge *zašto* su »oni« tako rekli, često s posve nepotrebnom žestinom.

Nemoguće nam je danas zamisliti duhovnu klimu koja je vladala u vrijeme kada su bile građene prve željeznice i punim uvjerenjem izricane kritike da svakog tko dostigne užasnu brzinu od 50 km/h oče-

kuje gušenje. Jednako je teško povjerovati da su ideju o električnoj rasvjeti domaćinstava odbacili svi »stručnjaci« — s izuzetkom 31-godišnjeg američkog izumitelja Thomasa Alve Edisona. Kada su dionice plinara naglo pale 1878, zato što je Edison (tada već poznat po izumima fonografa i ugljenog mikrofona) objavio da radi na svjetiljci sa žarnom niti, britanski je parlament imenovao odbor koji je to trebao razmotriti. (Westminster uvijek može nadmašiti Washington u toj igri.)

Uvaženi su očevici izvijestili, na radost plinarskih poduzeća, da su Edisonove zamisli »dovoljno dobre za naše prekooceanske prijatelje ... ali nisu vrijedne pažnje praktičara ili znanstvenika«. A Sir William Preece, glavni inženjer britanskih pošta, odlučno je izjavio da je »distribucija električnog svjetla potpuno nerealan cilj«. Čini se da se nerealnost ovdje ne odnosi na cilj.

Napomenimo da znanstvena besmislica koja je ovdje izvrgnuta ruglu nije nikakva divlja zamisao kao perpetuum mobile, nego obična mala električna žarulja što je već tri ljudska naraštaja prihvaćaju kao gotovu činjenicu, osim kada izgori i ostanu u mraku. No, iako je ovdje Edison vidio dalje od svojih suvremenika, kasnije je i on pokazao jednaku kratkovidnost koja je pogodila Preecea protiveći se uvođenju izmjenične struje.

Najpoznatiji i možda najpoučniji slučaj nedostatka smjelosti dogodio se na području aeronautike i astronautike. Početkom dvadesetog stoljeća znanstvenici su bili gotovo jednodušni tvrdeći da je nemoguć let uređajima težim od zraka te da je svatko tko pokušava graditi zrakoplove budala. Veliki američki astronom Simon Newcomb napisao je slavljenu raspravu u kojoj se zaključuje:

»Dokaz da se nikakvom kombinacijom poznatih tvari, poznatih vrsta strojeva i poznatih oblika sila ne može sagraditi praktičan uređaj kojim bi čovjek mogao preletjeti veće udaljenosti zrakom, izgleda piscu toliko potpun koliko uopće može biti dokaz neke fizikalne činjenice«.

Začudo, Newcomb je bio dovoljno širokogrudan da prizna da bi neko posve novo otkriće (on je spomenuo poništavanje sile teže) moglo učiniti let mogućim. Ne može ga se, prema tome, optužiti zbog nedostatka mašte; on je pogriješio jer se upustio u raspravu o aerodinamici bez poznavanja te znanosti. Svoj nedostatak smjelosti pokazao je ne shvativši da su sredstva za let već pri ruci. Naime, Newcombov je članak dobio širok publicitet nekako u isto vrijeme kada su braća Wright u nedostatku odgovarajućeg antigravitacijskog uređaja pričvršćivala benzinski motor na krila. Kada su novosti o njihovom uspjehu doprle do astronoma to ga je zbunilo samo na trenutak. Dopustio je da bi leteći strojevi mogli biti krajnji domet ali bez ikakvog praktičnog značenja jer da je očito da ne mogu nositi uz pilota još i dodatnu težinu putnika.

Takvo izbjegavanje činjenica, koje danas smatramo očitima, nastavljalo se tokom cijele povijesti zrakoplovstva. Citirat ću i drugog astronoma, Williama H. Pickeringa, kako ispravlja predodžbe neobaviještene javnosti nekoliko godina *nakon* što su prvi zrakoplovi poletjeli.

»Ljudi često zamišljaju velike leteće strojeve kako jure preko Atlantika noseći nebrojene putnike poput naših suvremenih parnih brodova. Sa sigurnošću se može reći da su takve ideje nestvarna priviđenja, jer ako bi stroj uopće mogao preletjeti Atlantik s jednim ili dva putnika, veliki bi troškovi bili prepreka za svakog osim kapitalista koji mogu imati vlastite jahte. Druga uvriježena zabluda odnosi se na ogromne brzine koje bi trebalo postići. Valja se prisjetiti da otpor zraka raste s kvadratom brzine, a rad s trećom potencijom. Ako sada sa 30 KS ostvarujemo brzinu od 65 km/h morali bismo upotrijebiti motor od 470 KS kako bi dosegli brzinu od 165 km/h. Očito je da se uz pomoć sredstava kojima sada raspolažemo ne možemo u brzini natjecati ni sa željeznicom niti s automobilom.«

Pickeringa su, međutim, njegovi kolege astronomi smatrali odviše maštovitim; bio je sklon da vidi ve-

getaciju pa čak i dokaz za život insekata na Mjesecu. Drago mi je što vam mogu reći da je do vremena kada je umro u osamdesetoj godini 1938. profesor Pickering vidio avione kako lete 650 km/h prevozeći znatno više od »jednog ili dvojice« putnika.

U novije vrijeme, početak svemirskog doba donio je brojne potvrde (i opovrgnuća) proročanstava takvom brzinom i u takvom razmjeru kakav nije viđen nikad prije. Kako sam i sâm sudjelovao u tome, a sklon sam da govorim kao i svatko drugi: »Ja sam vam rekao«, htio bih podsjetiti na neke izjave uglednih znanstvenika o letu u svemir. Netko to mora učiniti kako bi se prodrmalo slabo pamćenje pesimista. Zapanjujuća je brzina kojom mogu oni koji su do jučer govorili: »To je nemoguće« prijeći na: »Uvijek sam tvrdio da se to može načiniti«.

Što se tiče javnosti, zamisao o letu u svemir pojavila se na obzoru kao ozbiljna mogućnost prvi put dvadesetih godina, dobrim dijelom zahvaljujući novinskim člancima o radu Amerikanca Roberta Goddarda i Rumunja Hermanna Obertha (mnogo ranije studije Ciolkovskoga bile su tada gotovo nepoznate izvan Rusije). Kada su ideje Goddarda i Obertha, često iskrivljene u tisku, doprle do znanstvenog svijeta, bile su izvrgnute ruglu. Kao primjer kritike, s kakvom su se morali suočiti pioniri astronautike, predstavljam ovo remek-djelo što ga je objavio neki prof. A. W. Bickerton 1926. Pročitajte ga pažljivo jer je nenadmašivo kao primjer arogantnog neznanja.

»Ta blesava zamisao o ispaljivanju na Mjesec primjer je apsurdne granice do koje pogubna specijalizacija može dovesti znanstvenike koji rade po odjelima skučena vidokruga. Ispitajmo kritički ovaj prijedlog. Da bi se potpuno oslobodio Zemljine sile teže projektil mora imati brzinu od 11 km/s. Toplinska energija jednoga grama pri toj brzini iznosi 15 180 kalorija... Energija našeg najjačeg eksploziva nitroglicerina manja je od 1 500 kalorija po gramu. Prema tome, čak kad ne bi morao nositi nikakav teret, eksploziv ima samo jednu desetinu potrebne

energije da se otisne sa Zemlje ... Pokazuje se, dakle, da je prijedlog u osnovi neostvariv ...«

Ljutiti čitatelji u javnoj knjižnici u Colombu gnjevno su upozoravali na natpise »TIŠINA« kada sam otkrio ovaj mali dragulj. Vrijedi da ga se ispita podrobnije kako bi se vidjelo gdje je »pogubna specijalizacija«, da upotrijebimo taj izraz, odvela profesora na stranputicu.

Prva njegova greška leži u rečenici: »Energija našeg najjačeg eksploziva nitroglicerina ...« Čovjek bi pomislio da je očito da je ono što se traži od raketnog goriva energija a ne razornost, a činjenica je da nitroglicerin i slični eksplozivi sadrže mnogo manje energije po jedinici težine nego mješavine poput kerozina i tekućeg kisika. Na to su bili ukazali Ciolkovski i Goddard mnogo ranije.

Oštriji je prijekor zaslužila druga Bickertonova greška; otvoreno rečeno, radi se o pukoj gluposti. Pa što onda ako nitroglicerin ima samo desetinu potrebne energije da se odlijepi od Zemlje? To naprosto znači da morate upotrijebiti najmanje deset kilograma nitroglicerina da biste lansirali kilogram korisnog tereta. Nije, naime, potrebno da i gorivo odleti sa Zemlje, ono može biti iskorišteno posve blizu našeg planeta, potrebno je samo da preda energiju korisnom teretu. Kada je uzletio Lunjik II, trideset i tri godine nakon što je profesor Bickerton rekao da je to nemoguće, dobar dio od njegovih nekoliko stotina tona kerozina i tekućeg kisika nije odmakao daleko od Rusije ali je pola tone težak koristan teret dosegao More sjena.

Ovome bih još mogao dodati da je profesor Bickerton, koji je aktivno popularizirao znanost, između ostalih knjiga objavio i jednu s naslovom »Opasnosti istraživanja«. Od svih opasnosti koje vrebaju na istraživače rijetke obeshrabruju više od raznih Bickertona.

Ugledni znanstvenici nastavili su i dalje, tokom tridesetih i četrdesetih godina, da ismijavaju začetnike raketnih istraživanja; ako su se uopće potrudili da ih zapaze. Svatko kome je pri ruci dobra knji-

žnica može naći primjer, osobito zanimljiv zbog ugleda autora, sačuvan za buduća pokoljenja na stranicama dičnog časopisa »Philosophical Magazine« od siječnja 1941. To je članak istaknutog kanadskog astronoma prof. J. W. Campbella sa sveučilišta u Alberti, s naslovom »Let raketom na Mjesec«. Započevši citatom iz Edmontonovog članka iz 1938, gdje se kaže da »let na Mjesec raketom izgleda danas stvarnije nego što se to činila televizija prije sto godina«, profesor je prišao matematičkoj analizi predmeta. Nekoliko stranica dalje on konačno zaključuje da bi bilo potrebno *milijun tona* početne težine za lansiranje pola kilograma korisnog tereta.

Točan je omjer za današnja primitivna goriva i tehnologije nešto oko jedne tone za pola kilograma. To je žalostan omjer ali ni izdaleka tako strašan kao onaj što ga je izračunao prof. Campbell. Pa ipak, njegov je račun bez pogreške; što je dakle krivo?

Krive su naprosto njegove početne pretpostavke koje su bile beznadno nerealne. Odabrao je energetski krajnje rasipnu putanju rakete, i pretpostavio tako malo ubrzanje da bi se veći dio goriva utrošio na malim visinama boreći se sa Zemljinim poljem sile teže. Bilo je to kao da računate učinak automobila s aktiviranim kočnicama. Nije stoga nikakvo čudo da je zaključio: »Iako je uvijek opasno iznositi negativna predviđanja, čini se da je tvrdnja da 'let na Mjesec raketom izgleda danas stvarnije nego što se to činila televizija prije sto godina' pretjerano optimistična.« Siguran sam da su pročitavši to tada, 1941, mnogi pretplatnici časopisa »Philosophical Magazine« pomišljali: »No, to će vratiti one lude raketaše na zemlju.«

A sve se to zbivalo više godina nakon što su Ciolkovski, Oberth i Goddard objavili točna rješenja. Dok je u to vrijeme bilo vrlo teško doći do radova prve dvojice, Goddardova rasprava »Način dosezanja ekstremnih visina« pripadala je već klasici, a objavilo ju je vrlo ugledno tijelo Smithsonian Institution. Da je prof. Campbell pročitao tu raspravu (ili da je posegnuo za bilo kojim autorom, mjero-

davnim za taj predmet, a bilo ih je 1914. već nekoliko, ne bi zaveo ni svoje čitatelje niti samoga sebe i ne bi se izložio mojoj ponešto sarkastičnoj analizi objavljenoj u časopisu »Journal of the British Interplanetary Society« rujna 1948. Ako prof. Campbell slučajno čita ove retke, ispričavam mu se zbog svoje ondašnje grubosti ali ne i zbog kritičnosti.

Pouka što je sadrže ovi primjeri nikad se prečesto ne ponavlja i teško je shvaćaju laici koji osjećaju praznovjerno strahopoštovanje prema matematici. Matematika je pak samo oruđe, iako vrlo snažno. Kada su početne pretpostavke netočne, nikakve jednadžbe ne mogu dovesti do istine. Iznenađuje koliko mogu pogriješiti mjerodavni ali konzervativni znanstvenici i inženjeri kad unaprijed smatraju nemogućim ono što istražuju. Kad se to dogodi, onda i najbolji stručnjaci bivaju zaslijepljeni svojim predrasudama pa ne vide ono što im leži pred očima. Još je nevjerojatnije da odbijaju poduku iskustva; neprestano će ponavljati istu grešku.

Među mojim najboljim prijateljima ima i nekoliko astronoma pa mi je žao da neprestano bacam kamenje po njima, ali oni su zaista strašno loši proroci. Ako još uvijek sumnjate u to, ispričat ću vam priču u kojoj ima toliko ironije da biste me mogli optužiti da sam je izmislio. Nisam ipak takav cinik i svatko može provjeriti podatke koje navodim.

Još u ono mračno doba oko 1935, utemeljitelj British Interplanetary Society, P. E. Cleator, bio je dovoljno odvažan da prvi u Engleskoj objavi jednu knjigu o astronautici. Njegove »Rakete kroz svemir« dale su (uzgred vrlo zabavan) pregled pokusa što su ih izveli njemački i američki raketni pioniri te njihove planove za danas tako obične stvari kao što su divovske rakete za lansiranje s više stupnjeva i sateliti. Ozbiljan znanstveni časopis »Nature« objavio je prikaz te knjige u broju od 14. ožujka 1936. s ovim zaključkom:

»Treba odmah reći da se čitav postupak opisan u ovoj knjizi sukobljava s toliko temeljnih teškoća da moramo odbaciti zamisao kao potpuno neostva-

rivu, usprkos autorovu upornom traženju da odbacimo predrasude i da se prisjetimo tvrdnji o nemogućnosti leta letjelicama težim od zraka. Analogije poput ove mogu nas zavesti što se po našem mišljenju i sada dogodilo . . .«

Autor prikaza, potpisan jedino neobičnim inicijalima 'R. v. d. R. W.', imao je dakako pravo na svoje mišljenje ali danas je cijelom svijetu jasno koliko je ta analogija bila točna.

Dvadeset godina kasnije — nakon što je predsjednik Eisenhower objavio satelitski program Sjedinjenih Država — u Englesku je stigao novoimenovani Kraljevski astronom. Novinari su ga zamolili da kaže što misli o svemirskom letu i tada, nakon dva desetljeća, dr Richard van der Riet Woolley nije vidio nikakav razlog za mijenjanje svog mišljenja. »Svemirsko putovanje«, otpuhnuo je prezirno »potpuna je besmislica.« Novine to nisu zaboravile kada je već slijedeće godine poletio »Sputnik I«. Kasnije je, da ironija bude veća, zaslugom svog položaja Kraljevskog astronoma postao vodeći član savjeta za svemirska istraživanja britanske vlade. Lako je zamisliti kako su se osjećali oni koji su desetljećima nastojali potaknuti zanimanje Ujedinjenog Kraljevstva za svemir.

Znanstveni su autoriteti nadglasali, izuzetak su Njemačka i Rusija, čak i one koji su predlagali da se rakete upotrijebe za skromnije ali nedostojne ciljeve. Kada je zaprepaštenom svijetu obznanjeno postojanje rakete V2 s dosegom od preko 300 km, počelo se ozbiljno umovati o interkontinentalnim projektilima. Takve je glasove odlučno ušutkao dr Vannevar Bush, znanstvenik koji je tokom rata rukovodio vojnim istraživanjima u SAD, u svom iskazu pred senatskim odborom, 3. prosinca 1945. Slušajte:

»Mnogo je toga rečeno o raketama dometa 5 000 km s velikim kutom lansiranja. Tako nešto po mojem će mišljenju biti neostvarivo još mnogo godina. Ljudi koji pišu te stvari koje me ljute govore o ispaljivanju s kontinenta na kontinent rakete do-

meta 5 000 km, natovarene atomskom bombom i tako točno usmjerene da kao precizno oružje pogađa određeni cilj veličine grada. Mislim da nitko na svijetu ne zna kako bi se to tehnički izvelo i siguran sam da to neće uspjeti tokom dugog razdoblja pred nama... Smatram da uopće nije potrebno razmišljati o tome. Htio bih da i američka javnost prestane time razbijati glavu.«

Nekoliko mjeseci ranije slično je gledište izrazio prilikom rasprave u Domu lordova znanstveni savjetnik premijera Churchilla lord Cherwell. To se jedino moglo i očekivati jer je Cherwell bio izuzetno konzervativan i tvrdoglav znanstvenik koji je savjetujući vladu tvrdio da su vijesti o V2 puke propagandne glasine. U svibanjskoj raspravi o obrani 1945, lord Cherwell je impresionirao članove Doma lordova blistavim izlaganjem umne aritmetike iz koje je pravilno zaključio da se raketa velikog dosega mora sastojati od najmanje 90 posto goriva te da je prema tome koristan teret neznatan. Svojim je slušateljima prepustio da iz toga zaključe kako je takav uređaj posve nepraktičan.

No, ono što je izgledalo točno u proljeće 1945, nije više bilo istina u ljeto. Začuđuje u toj raspravi nehaj kojim su predobro obaviješteni članovi Doma upotrebljavali izraz »atomska bomba« u vrijeme kad je to bila najpomnije čuvana ratna tajna. (Alamagordski pokus trebao se zbiti tek dva mjeseca kasnije.) Službu sigurnosti je to moralo zaprepastiti pa je lord Cherwell, koji je dakako znao sve o projektu Manhattan, s opravdanjem govorio svojim radoznalim kolegama da ne povjeruju u sve što čuju, premda su u ovom slučaju informacije bile točne.

Kad je dr Bush govorio pred Senatskom komisijom u prosincu iste godine, jedina je bitna tajna u vezi s atomskom bombom bila njena težina koja je iznosila pet tona. Svatko bi onda mogao izračunati da bi noseća raketa interkontinentalnog dosega morala težiti oko 200 tona prema samo 14 tona teškoj V2 koja je tada ulijevala strah.

Posljedica toga bio je dosad najveći promašaj u procjeni budućnosti koji je promijenio budućnost svijeta, zapravo mnogih svjetova. Suočeni s jednakim podacima i jednakim proračunima, američki su i ruski tehnolozi krenuli raznim smjerovima. Pentagon, koji je odgovoran poreznim obveznicima, odgodio je gradnju raketa velikog dosega za pola desetljeća, sve dok razvoj termonuklearnih bombi nije omogućio gradnju bojnih glava s petinom težine one bačene na Hirošimu, a ipak petorostruke snage.

Rusi nisu imali takvih smetnji. Suočeni s potrebom za 200-tonskom raketom, odlučno su se prihvatili gradnje. Kada je raketa konačno dovršena, nije više bila potrebna za vojne svrhe jer su sovjetski fizičari izbjegli ćorsokak skupe američke bombe na temelju tricija i krenuli izravno prema ostvarenju jeftinije litijeve bombe. Zaigravši na krivu kartu kad se radilo o raketama, Rusi su stekli znatnu prednost na drugoj strani i dobili trku u svemir.

Od svih pouka koje se mogu izvući iz ovog odsječka novije povijesti, želim naglasiti jednu: sve što je teorijski moguće bit će postignuto u praksi bez obzira na tehničke teškoće ako je nastojanje dovoljno jako. Slab je argument protiv nekog projekta ako se kaže: »Ta je zamisao fantastična!« Mnoge stvari što su se dogodile u posljednjih pedeset godina bile su fantastične i mi se možemo nadati da ćemo dobro predviđati budućnost jedino ako pretpostavimo da će se stvari i dalje tako razvijati.

Da bismo u tome uspjeli i tako izbjegli kaznu kojom povijest nemilosrdno kažnjava netočne procjene budućnosti, moramo imati dovoljno hrabrosti da slijedimo sve tehnološke ekstrapolacije do logičnih zaključaka. Pokazat ću da ni to nije još dovoljno. Za predviđanje budućnosti potrebna nam je logika ali i vjera i mašta koje katkad mogu prkositi i samoj logici.

II poglavlje

PROROŠTVO I NEDOSTATAK MAŠTE

U prethodnom sam poglavlju rekao da se mnoge negativne izjave o mogućnostima znanosti i grube greške nekadašnjih proroka u predviđanju neposredne budućnosti mogu opisati kao »nedostatak smjelosti«. Sve osnovne činjenice o zrakoplovstvu bile su već poznate i navedene u djelima Cayleya, Stringfellowa, Chanutea i drugih kada je Simon Newcomb »dokazao« da je let nemoguć. On jednostavno nije imao hrabrosti da se suoči sa činjenicama. Istaknuti su znanstvenici ismijavali buduće astronaute godinama pa i desetljećima nakon što su Ciolkovski, Goddard i Oberth izveli osnovne jednadžbe i utvrdili načela svemirskog leta. Ovdje je greška u ocjeni činjenica više moralna nego intelektualna. Kritičari nisu imali smjelosti jer su je morali crpiti iz svojih znanstvenih uvjerenja pa nisu vjerovali u istinu ni kada im je, pisana njihovim vlastitim matematičkim jezikom, obješena na nos. Svi poznamo taj oblik kukavičluka jer mu svi ponekad podliježemo.

Druga je vrsta proročkih promašaja zanimljivija i nije zavrijedila tako oštru osudu. Javlja se onda kad su sve raspoložive činjenice uzete u obzir i pravilno sređene ali su neke naročito važne činjenice još uvijek neotkrivene pa se ne priznaje njihovo postojanje.

Za odličan primjer ovoga pobrinuo se filozof Auguste Comte koji je u svom djelu »Cours de Philosophie Positive« (Tečaj pozitivističke filozofije, 1835) pokušao odrediti granice unutar kojih moraju ležati znanstvene spoznaje. U poglavlju o astronomiji (tom 2, pogl. 1) napisao je o nebeskim tijelima:

»Vidjeli smo kako možemo odrediti njihov oblik, masu, udaljenost i gibanje ali nikad nećemo saznati više o njihovom kemijskom ili mineraloškom sastavu a još manje o životu na njihovoj površini ... Moramo pažljivo razlučiti pojam Sunčevog sustava od pojma svemira i shvatiti da samo u ovom prvom leži naš stvaran interes. Jedino je unutar tih granica astronomija autoritativna i pozitivna znanost kakvom je smatramo ... Zvijezde nam znanstveno služe samo kao čvrste točke s kojima možemo uspoređivati unutrašnje kretanje našeg sustava.«

Drugim riječima, Comte je smatrao da će zvijezde zauvijek ostati samo nebeske referentne točke same po sebi nezanimljive za astronome. Jedino kad se radi o planetima možemo se nadati nekim konačnim spoznajama, a i te su spoznaje ograničene na geometriju i dinamiku. Comte bi vjerojatno smatrao znanost kao što je astrofizika a priori nemogućom, no ipak je već pola stoljeća nakon njegove smrti gotovo čitava astronomija bila astrofizika, a planetima se bavio tek poneki profesionalni astronom. Comteove su tvrdnje bile potpuno opovrgnute pronalaskom spektroskopa koji nam je otkrio osim 'kemijskog sastava' nebeskih tijela i više činjenica o dalekim zvijezdama nego što ih znamo o susjednim planetima.

Comteu se ne može predbaciti to što nije mogao zamisliti spektroskop, jer tada nitko nije mogao zamisliti ni spektroskop niti bilo koji složeniji uređaj kakvim raspolažu današnji astronomi. Taj tekst nas, međutim, upozorava na nešto što uvijek valja imati na umu: čak i ono što je nesumnjivo nemoguće ostvariti postojećom ili predvidivom tehnologijom, zahvaljujući novim prodorima znanosti može postati lako dostupno. Zbog same njihove prirode ti se pro-

dori nikad ne mogu predvidjeti ali oni su nam u prošlosti toliko puta pomogli da zaobiđemo nesavladive prepreke, da ih ne smijemo zanemariti želimo li steći točnu sliku budućnosti.

Slijedeći proslavljeni primjer nedostatka mašte odnosi se na lorda Rutherforda, znanstvenika koji je najviše pridonio otkrivanju unutrašnje građe atoma. Rutherford je često ismijavao senzacionaliste koji su predviđali da ćemo jednog dana znati zapregnuti energiju zarobljenu u materiji. Međutim, već pet godina nakon njegove smrti 1937, u Chicagu je pokrenuta prva lančana reakcija. Rutherford je, usprkos svojoj pronicljivosti, zaboravio uzeti u obzir mogućnost da se pronađe takva nuklearna reakcija koja oslobađa više energije nego što je potrebno za njeno pokretanje. Za oslobađanje energije materije bila je potrebna nuklearna »vatra« analogna kemijskom sagorijevanju, a takav je proces radioaktivni raspad urana. Kad je taj proces otkriven, obuzdavanje atomske energije bilo je samo slijedeći korak iako bi bez ratnog pritiska na taj korak trebalo mnogo duže čekati.

Primjer lorda Rutherforda pokazuje da najbolji poznavaoci predmeta i priznati stručnjaci na datom području nisu ujedno najpouzdaniji proroci. Prevelik teret znanja može zakočiti kotače mašte. To sam zapažanje pokušao oblikovati kao Clarkov zakon:

»Kad istaknuti znanstvenik u godinama tvrdi da je nešto moguće, gotovo je sigurno da je u pravu. Kad tvrdi da je nešto nemoguće vrlo je vjerojatno da je pogriješio.«

Naznaka 'u godinama' možda zahtijeva objašnjenje. U fizici, matematici i astronautici to znači iznad trideset, a u drugim disciplinama staračka je malaksalost ponešto odgođena do četrdesete. Postoje, dakako, i časne iznimke ali znanstvenici iznad pedesete, a to zna svaki netom završeni istraživač, dobri su još jedino za sastanke uprave i valja ih po svaku cijenu držati daleko od laboratorija.

Suvišak mašte rjeđa je pojava nego nedostatak. Javi li se, gura svog nesretnog gospodara u razočaranje i neuspjeh, osim ako nije dovoljno razuman da samo piše o svojim zamislima ne pokušavajući ih ostvariti. Toj skupini pripadaju svi pisci znanstvene fantastike, povjesničari budućnosti, stvaraoci Utopije i — dvojica Bacona, Roger i Francis.

Redovnik Roger (1214 — 1292) zamišljao je optičke instrumente, mehanički pokretane brodove i leteće strojeve — uređaje daleko izvan domašaja postojeće ili predvidive tehnologije u ono doba. Teško je povjerovati da su ove riječi napisane u trinaestom stoljeću:

»Bit će moguće sagraditi uređaje pomoću kojih će i najveći brodovi pod vodstvom jednog čovjeka ploviti brže nego da su puni mornara. Bit će načinjena kola koja će se kretati nevjerojatnom brzinom bez pomoći životinja. Moći će se konstruirati strojevi za letenje u kojima će čovjek udobno sjedeći i razmišljajući što mu drago savladavati zrak svojim umjetnim krilima poput ptica ... kao i naprave koje će omogućiti čovjeku da hoda po morskom dnu.«

U tom je odlomku mašta pobijedila krute činjenice. Sve što je u njemu bilo navedeno ostvareno je, a ipak je u vrijeme kad je napisan više bio plod vjere nego logike. Svako proročanstvo dalekog dosega mora biti takvo želimo li da bude točno. Stvarna se budućnost ne može logično predvidjeti.

Sjajan je primjer za to engleski matematičar Charles Babbage (1792 — 1871), čovjek čija je mašta jurila ispred svog vremena. On je još 1819. utvrdio načela na kojima se temelje automatska računala. Uočio je da se sve matematičke operacije mogu rastaviti na niz postepenih koraka što bi ih u teoriji mogao provoditi stroj. Uz novčanu potporu vlade koja je iznosila 17 000 funti, što je 1820. bila prilična svota, počeo je graditi svoj »analitički stroj«.

Iako je tom projektu posvetio ostatak života i dobar dio vlastitog imutka, Babbage nije uspio završiti taj stroj. U to vrijeme precizna mehanika jedno-

stavno nije mogla zadovoljiti standarde koje je Babbage zahtijevao u točnosti izrade zupčanika i prijenosa. On je svojim naporima pridonio razvoju industrije alatnih uređaja pa se na dugi rok vladi vratilo znatno više od uloženih 17 000 funti. Uz današnja sredstva bilo bi lako dovršiti Babbageov računski stroj koji je sada u londonskom Znanstvenom muzeju kao jedan od najzanimljivijih izložaka. Za svoga života, međutim, Babbage je uspio pokazati rad tek manjeg dijela čitavog uređaja. Desetak godina nakon njegove smrti jedan je biograf napisao: »Taj izuzetan spomenik teorijskom geniju ostaje i sigurno će zauvijek ostati samo teorijska mogućnost.«

Danas je malo ostalo od te »sigurnosti«. Ovog časa tisuće računala rade prema načelima što ih je Babbage jasno formulirao prije više od sto godina, ali s opsegom djelovanja i brzinom o kakvoj on nije mogao ni sanjati. Posebno je zanimljiv Babbageov slučaj zato jer je on bio ne jednu nego dvije tehnološke revolucije ispred svog vremena. Da je 1820. postojala industrija preciznih alata, Babbage bi mogao sastaviti svoj »analitički stroj« koji bi radio, doduše mnogo brže od čovjeka ali vrlo sporo prema današnjim mjerilima. Njegova bi brzina bila ograničena brzinom rada zupčanika, opruga i osovina.

Automatski računski strojevi nisu mogli doći do izražaja sve dok elektronika nije omogućila radne brzine tisuće i milijune puta veće od onih koje bi se mogle postići isključivo mehaničkim uređajima. Taj stupanj tehnologije dostignut je 1940. i tada je Babbageov rad potpuno potvrđen. Za njegov neuspjeh nije kriva mašta, nego to što se rodio sto godina prerano.

Pripremiti se za nepredvidivo možemo jedino pokušavajući da zadržimo otvoren duh bez predrasuda, a to je i uz najbolju volju vrlo teško postići. Posve otvoren duh bio bi zapravo prazan, a odsutnost svih predrasuda i preduvjerenja je nedostižan ideal. Postoji ipak oblik mentalne vježbe koji pruža dobar osnovni trening za buduće proroke: Svatko tko se

kani uhvatiti ukoštac s budućnočću trebalo bi da se u mašti vrati za jedno životno razdoblje u prošlost — recimo u godinu 1900 — i da se pita što od današnje tehnologije ne bi bilo ne samo nevjerojatno nego nepojmljivo najoštroumnijim znanstvenicima onoga doba. Godina 1900. je dobro odabrana okrugla godina jer su se tada u znanosti stvari počele vrlo brzo odvijati. Kao što kaže J. B. Conant:

»Oko 1900. znanost je uzela posve neočekivan zamah. I prije je bilo nekoliko revolucionarnih teorija i više epohalnih otkrića tokom povijesti znanosti ali je ono što se događalo od 1900. do negdje 1930. bilo drukčije. To je bilo razdoblje promašaja svih predviđanja o mogućim rezultatima eksperimentiranja.«

P. W. Bridgman je još odlučniji:

»Fizičari su prošli kroz duhovnu krizu izazvanu eksperimentalno utvrđenim činjenicama koje nisu mogli predvidjeti pa ih nisu ni smatrali mogućim.«

Slom »klasične« znanosti zapravo je počeo Röntgenovim otkrićem X-zraka 1895. Bio je to prvi jasan, svakom očit znak da zdravorazumska slika svijeta ipak nije tako razumna. X-zrake — (a samo ime već odražava zbunjenost znanstvenika kao i laika) mogle su prodirati kroz krute tvari kao što svjetlo prolazi kroz staklo. Nitko nije tako nešto zamislio ili predvidio da će biti moguće promatrati unutrašnjost ljudskog tijela te tako revolucionirati medicinu i kirurgiju.

Otkriće X-zraka bilo je prvi prodor u područje u koje se prije nijedan ljudski duh nije odvažio kročiti, pa ipak je ono tek blijedi nagovještaj budućeg neslućenog razvoja — otkrića radioaktivnosti, unutrašnje građe atoma, teorije relativnosti, kvantne teorije, principa neodređenosti . . .

Kao posljedica toga pronalasci i tehnička pomagala suvremenog svijeta mogu se podijeliti u dvije oštro ograničene skupine. S jedne strane imamo one uređaje čiji bi rad bio razumljiv svakom velikom misliocu prošlosti; s druge su pak strane oni koji bi

zbunili i najbistrije antičke umove. Neki od uređaja što sada ulaze u upotrebu otjerali bi u ludilo Edisona ili Marconija kad bi pokušali shvatiti njihovo djelovanje.

Htio bih to potkrijepiti s nekoliko primjera. Kada biste pokazali suvremeni dizel-motor, automobil, parnu turbinu ili helikopter Benjaminu Franklinu, Galileu, Leonardu da Vinciju i Arhimedu (a taj popis pokriva dva tisućljeća) niti jednom od njih ne bi bilo teško razumjeti rad tih strojeva. Leonardo bi, štoviše, neke od njih prepoznao iz svoje bilježnice. Sva bi četvorica bili zadivljeni materijalima i izradbom koja bi djelovala magično svojom preciznošću, ali bi se nakon prvog iznenađenja dobro snašli, osim ako se ne bi previše udubili u kontrolne uređaje i električne sisteme.

Pretpostavimo sada da smo pred njih stavili TV-prijemnik, elektroničko računalo, nuklearni reaktor ili radarske instalacije. Osim složenosti tih uređaja kao cjeline već i pojedinačni elementi od kojih su sastavljeni bili bi nepojmljivi svakome tko je rođen prije ovog stoljeća. Bez obzira na stupanj inteligencije ili naobrazbe, u njihov se duhovni okvir ne bi mogli uklopiti pojmovi poput elektronskog snopa, tranzistora, atomskog raspada, valovoda i katodne cijevi.

Da ponovim, problem nije u složenosti i možda bi najteže bilo objasniti upravo neke od najjednostavnijih suvremenih pomagala. Posebno je dobar primjer atomske bombe. Što je jednostavnije nego spojiti dvije grude metala. Ali, kako objasniti Arhimedu da bi posljedica moglo biti veće razaranje nego u svim ratovima između Trojanaca i Grka?

Pretpostavimo da odete bilo kojem znanstveniku koji je živio prije kraja prošlog stoljeća i kažete mu: »Ovdje su dva komada tvari koja se zove uran 235. Dok su odvojeni neće se ništa dogoditi. No, primaknu li se iznenada oslobodit će se isto toliko energije kao kad sagori deset tisuća tona ugljena«. Koliko god bio dalekovidan i maštovit, vaš bi znanstvenik rekao: »Kakva besmislica. To je magija a ne znanost.

Takve se stvari ne događaju u stvarnom svijetu«. Oko 1890. kada su postavljeni sigurni (kako se činilo) temelji fizike i termodinamike mogao bi vam čak točno reći zašto je to besmislica. »Energija se ne može stvoriti iz ničega«, rekao bi, »ona se može osloboditi kemijskom reakcijom, električnom baterijom, napetim perom, stlačenim plinom, vrtećim zamašnjakom ili nekim drugim jasno definiranim izvorom. Svi su takvi izvori isključeni u ovom slučaju, a sve kada i ne bi bili, količina energije koju spominjete je besmislena. Pa to je milijun puta više nego što se može dobiti iz najjače kemijske reakcije!«

Zanimljivo je u vezi s ovim primjerom da bi većina znanstvenika sve do četrdesetih godina, kada je postojanje atomske energije već bilo priznata činjenica, sa smijehom dočekala ideju o oslobađanju te energije spajanjem dvaju komada metala. Oni koji su vjerovali u mogućnost oslobađanja nuklearne energije najčešće su zamišljali složene električne uređaje »razbijače atoma« i tome slično. (U dalekoj perspektivi to će se vjerojatno i ostvariti. Izgleda da će nam takvi uređaji biti potrebni za fuziju vodikovih jezgri u industrijskim razmjerima. No, tko zna?)

Potpuno neočekivano otkriće raspada urana 1938, omogućilo je smiješno jednostavne (načelno, ne u izvedbi) naprave poput atomske bombe i nuklearnog lančanog reaktora. Nijedan ih znanstvenik nije mogao predvidjeti a da jest, svi bi ga kolege ismijali.

Poučno je i potiče maštu da se načini popis izuma i otkrića koji su bili naslućeni i onih neočekivanih. Eto mog pokušaja. Sve što je na lijevoj strani već je postignuto ili otkriveno i nosi u sebi elemente neočekivanog ili čak zapanjujućeg. Koliko ja znam, nijedno od tih otkrića nije bilo predviđeno daleko unaprijed.

Na desnoj strani su pojmovi poznati već stotinama i tisućama godina. Ostvarenje nekih je postignuto, drugi će tek biti ostvareni, a treći će se možda pokazati nemogućim. No, koji?

Neočekivano	*Očekivano*
X (rendgenske) zrake	automobili
nuklearna energija	leteći strojevi
radio, TV	parni strojevi
elektronika	podmornice
fotografija	svemirski brodovi
snimanje zvuka	telefoni
kvantna mehanika	roboti
relativnost	zrake smrti
tranzistori	transmutacija
maseri, laseri	umjetni život
supervodljivost, superfluidnost	besmrtnost
atomski satovi, Mössbauerov efekt	nevidljivost
određivanje sastava nebeskih tijela	lebdenje
određivanje starosti (ugljik 14 i sl.)	telekineza
detekcija nevidljivih planeta	općenje s mrtvima
ionosfera, van Allenovi pojasevi	uvid u prošlost i budućnost
	telepatija

Popis na desnoj strani namjerno je izazovan; on sadrži puko maštanje kao i ozbiljna znanstvena razmišljanja. No, granice mogućeg možemo istražiti jedino ako ih prijeđemo i odvažimo se u nemoguće. Upravo bih to htio postići u slijedećim poglavljima, premda se bojim da ću i sam povremeno pokazati nedostatak mašte ako ne i nedostatak smjelosti. Naime, kad pogledam lijevi stupac, svjestan sam da ima nekoliko otkrića što bi ih prije samo deset godina smatrao nemogućim.

III poglavlje

BUDUĆNOST PROMETA

Najviše je energije u prošlosti svijeta utrošeno da bi se predmeti pomaknuli s jednog mjesta na drugo. Tisuće i tisuće godina brzina tog pomicanja bila je vrlo mala — manja od 5 km/h, kolika je brzina čovječjeg hoda. Čak ni pripitomljavanje konja nije tu brojku bitno povećalo, jer iako konj može na kratkim potezima pojuriti brže od 60 km/h, on je uglavnom upotrebljavan kao spora tegleća marva i za vuču vozila. Najbrža od tih vozila, poštanske kočije, što ih je ovjekovječio Dickens, rijetko su mogle po cestama, kakve su bile prije devetnaestog stoljeća, putovati brže od 15 km/h.

Dakle, tokom najvećeg dijela ljudske povijesti i prapovijesti način života i misli čovjeka bili su prilagođeni ograničenom, sićušnom rasponu u spektru brzina, od jednog do petnaest kilometara na sat. Tek za života posljednjih nekoliko naraštaja putna brzina je stostruko uvećana. Zaista je opravdano mišljenje da akceleracija koja je uzela maha sredinom dvadesetog stoljeća neće više nikad biti dosegnuta.

Brzina, nije međutim, jedino mjerilo prometa pa ponekad i ne smije biti prevelika, osobito ako ugrožava sigurnost, udobnost ili ekonomičnost. Svrsishodnu brzinu prometa po tlu već smo dosegli (ako

ne i premašili) i dalja poboljšanja stremit će u drugim smjerovima. Nikome ne pada na pamet da juri Oxford Streetom brzinom zvuka ali bi mnogi stanovnici Londona bili sretni kad bi se u svako doba mogli provesti tom ulicom brzinom poštanske kočije.

Mnoge su mogućnosti razvrstavanja prometnih sredstava, a najčešća je prema sredini kojom se kreću — kopnom, morem, zrakom ili svemirom. No, ta podjela postaje sve nesigurnija jer danas ima vozila koja su jednako djelotvorna na dva ili više područja. Nama je ovdje najpogodnija podjela koja se temelji na domašaju. Na našem planetu promjera 12 700 km u obzir dolaze četiri stupnja:

	udaljenost (km)	*sredstvo*	
		putnički promet	*teretni promet*
1.	vrlo kratka, 1—15 km (mjesne i gradske relacije)	pješačenje, jahanje, bicikl, moped, automobil, autobus, podzemna željeznica, pomična traka	kamion, cjevovod, pomična traka
2.	kratka, 15—150 km (mjesne i prigradske relacije)	automobil, autobus, željeznica, brod, pomična traka	kamion, cjevovod, željeznica
3.	srednja, 150—1500 km (kontinentalne relacije)	automobil, autobus, željeznica, brod, zrakoplov, lebdjelica,* VTOL**	kamion, željeznica, zrakoplov, lebdjelica, VTOL
4.	velika, 1500—15 000 km (interkontinentalne relacije)	željeznica, zrakoplov, brod, lebdjelica, raketni zrakoplov	željeznica, brod, zrakoplov, lebdjelica, podmornica

* *lebdjelica = vozilo na zračnom jastuku*
** *VTOL = zrakoplov s uspravnim polijetanjem i slijetanjem (prema »Vertical take-off and landing aircraft«)*

Kada se radi o vrlo kratkim udaljenostima, jedino policija, služba hitne pomoći i vatrogasci imaju opravdane razloge za kretanje brže od 80 km/h i pravo da društvu nameću opasnosti koje su time izazvane. Za te udaljenosti predlažem moped i minijaturni automobil kao idealna sredstva osobnog prijevoza. Iako će vam izgledati krajnje nazadno, preporučujem i zastarjeli običaj pješačenja koje pospješuje zdravlje, vedrinu uma, a često i brzinu što može potvrditi svatko tko je iskusio prometni zastoj u velegradu. Jedini razlog protiv pješačenja — loše vremenske prilike — nestat će čim klimu u gradovima podvrgnemo svom nadzoru, a to ćemo ostvariti za manje od dva stoljeća. Vrijeme izvan gradova možda nećemo moći mijenjati ali ćemo ga mnogo točnije predviđati i uskladiti s tim svoje kretanje.

Dok smo mislima još u prošlosti, predložit ću nešto što će vas još više zapanjiti. Najbolje osobno prometno sredstvo što ga je čovjek ikada imao je, po lijepom vremenu i na kratke udaljenosti, konj. On je samoupravljiv, samoproizvodiv, njegov model ne zastarijeva, a jedino se s autobusa na kat okolica vidi tako lijepo kao s konjskih leđa. Priznajem da ima u tome i loših strana. Uzdržavanje je skupo, a osim toga konji su skloni nedoličnom ponašanju i nisu previše bistri. To, međutim, nisu bitna ograničenja jer ćemo jednog dana moći povećati inteligenciju domaćih životinja ili čak razviti nove vrste s višim kvocijentom inteligencije nego što ga imaju postojeće.

Kada to uspijemo, vjerojatno će veći dio prometa na kratkim udaljenostima, osobito u seoskim područjima, postati nemehanički, premda to ne mora značiti da će se obavljati konjima. Možda će se pokazati da konj nije najbolji izbor jer bi nam vjerojatno više odgovarao, zbog svoje spretnosti, kakav smanjeni slon. (To je jedini četveronožac koji može izvoditi osjetljive radnje stojeći na sve četiri.) To bi u svakom slučaju morao biti biljožder jer je mesoždera skupo hraniti, a mogao bi mu i jahač izazvati apetit.

Ja bih predložio životinju dovoljno veliku da nosi čovjeka odgovarajućom brzinom i dovoljno inteligentnu da se sama opskrbljuje krmivom, a da pri tome ne pravi neprilike ili se izgubi. Javljala bi se na dužnost u određeno vrijeme ili kad se to zahtijeva komandnim radio-uređajem i obavljala bi mnoge jednostavne poslove sama, bez izravnog ljudskog nadzora. Čini mi se da bi potražnja za takvim stvorenjem bila prilično velika, a tamo gdje postoji potražnja javlja se i ponuda.

Vratimo li se od ovog biološkog sanjarenja opet ka svijetu strojeva vidimo da je jedina novost u području vrlo malih udaljenosti pomična traka. Pod time mislim sve sisteme s neprekidnim kretanjem poput pomičnih stepenica ili »pokretnih putova« iz romana »Spavač se budi« H. G. Wellsa.

U New Yorku i Londonu već su vršeni pokusi s manjim sistemima pomičnih traka za pješake kako bi se uklonila najkritičnija uska grla. Zdrav grad oblikovan od temelja u skladu s potrebama stanovnika bio bi ispresijecan pomičnim pločnicima u više razina; recimo da bi oni u smjeru sjever-jug bili na parnim razinama, a istok-zapad na neparnim s čestim mogućnostima prijelaza s jednih na druge.

Raspored prometnica bio bi u takvom gradu zbog tehničkih razloga prilično dosadan, premda ne bi morao biti jednolično pravokutan kao na Manhattanu. Mislim da bi na putu do ostvarenja takvog projekta najveće prepreke bile društvene, a ne tehničke ili gospodarske. Iako se zamisao o besplatnom javnom prometu čini razumnom ona bi predstavljala prokletstvo za velik broj ljudi. Mogu već zamisliti burnu kampanju što bi je sindikat vozača taksija pokrenuo u obranu ponosnog individualizma pred užasima podruštvljenog prometa.

Postaje, međutim, očito da uskoro više neće biti moguć pristup vozila u gradska područja izuzevši vozila javnih službi. Trebalo nam je dosta vremena da to shvatimo jer prošlo je već više od dvije tisuće godina otkad je zagušenje prometa u Rimu prisililo Julija Cezara da zabrani promet vozilima na kota-

čima tokom dana a stanje se od 46. g. prije n. e. ponešto pogoršalo. Ako želimo u gradovima zadržati promet privatnih automobila, morat ćemo podići sve zgrade na stupove kako bi cijela površina tla mogla biti upotrijebljena za auto-putove i parkirališta a čak ni to ne mora riješiti problem.

Iako će primjena pješačkih pomičnih traka vjerojatno biti ograničena na kratke udaljenosti postoje mogućnosti za širu upotrebu. Prije otprilike trideset godina u noveli »Pokretne ceste« Robert Heinlein je predložio da se i promet na većim udaljenostima odvija pomoću pomičnih traka. Budući da naftna kriza prijeti izbacivanjem automobila iz upotrebe, vrijedilo bi razmisliti o tom prijedlogu. Heinlein je na svoj uobičajen sitničav način razvio čitavu sociologiju i tehnologiju civilizacije pokretnih cesta. Zamislio je beskrajne višetračne ceste sa središnjim brzim trakama koje bi se kretale brzinom od preko 150 km/h zajedno s restoranima i prostorijama za odmor.

Problemi tehničkog ostvarenja takvog sistema bili bi ogromni ali ne i nesavladivi (bili bi svakako manji od onih što ih je trebalo savladati u razvoju nuklearnog oružja, premda bi čitav pothvat bio još skuplji). Meni se, međutim, čini da bi mehaničke teškoće bile tolike da rješenja u sklopu današnje tehnologije ne bi bila vrijedna uloženog truda. Heinlein je i sam bio dovoljno oprezan da istakne nezgodnu mogućnost pucanja trake s nekoliko tisuća putnika...

Osnovni je problem kod pješačkih pokretnih traka kako sigurno stupiti na njih. To je jasno svakom tko je ikada pokušao ući ili sići s vozila u pokretu i mislim da ne možemo tražiti od prosječnog građanina da savlađuje razliku u brzini između dviju traka veću od 8 km/h. To znači da će biti potreban velik broj traka ako želimo izgraditi brze putne trake koje će se u sredini kretati brzinom od 80 ili više km/h. Idealna pokretna cesta trebala bi imati jednolično povećanje brzine od ruba prema sredini tako da uopće nema naglih skokova brzine. Nema krutog

materijala kojim se to može ostvariti pa na prvi pogled čitava zamisao izgleda fizikalno neostvariva. No, da li je to tako?

Tok rijeke je takva vrsta gibanja. Neposredno uz obalu voda je mirna, prema sredini brzina površinskog sloja postepeno raste da bi opet opadala prema drugoj obali. U to se lako možete uvjeriti ako bacite niz čepova u liniji okomitoj na tok rijeke. Ta će se linija brzo iskriviti u luk jer će čepovi u sredini odmicati brže od onih uz obale. Priroda nam je dala prototip savršenog načina kretanja prikladan za one male kukce koji mogu hodati po vodenoj površini.

U jednoj od svojih prijašnjih knjiga izložio sam (ne previše ozbiljno) zamisao da bismo jednog dana mogli pronaći ili načiniti materijal koji bi u vertikalnom smjeru bio dovoljno čvrst da drži težinu čovjeka, a u vodoravnom dovoljno tekuć da se slojevi mogu kretati različitim brzinama. Mnoge tvari su donekle »anizotropne« tj. njihove osobine ovise o smjeru. Klasičan primjer je drvo. Kao što zna svaki stolar, njegove su osobine drukčije duž godova nego okomito na njih.

Možda bi lokalno električno, magnetsko ili kakvo drugo polje djelujući na usitnjeni materijal ili gustu tekućinu moglo proizvesti željeni efekt anizotropije. Sjetimo se samo što se događa sa željeznom prašinom u prisutnosti magnetskog polja. Ja to zamišljam (i odmah priznajem da je to tek optimističko fićukanje u tehnološkom mraku) kao tanak sloj tvari X koji leži na učvršćenoj krutoj osnovi u kojoj se generira potrebno polarizirajuće polje. To polje daje tvari X čvrstoću u vertikalnom smjeru i istovremeno proizvodi željeni gradijent brzine okomito na smjer trake. Na rub trake možete stati bez bojazni jer je gotovo nepomičan. Krećući prema sredini osjetili biste jednolično, blago povećanje brzine. Ovdje ne bi bilo nikakvih naglih skokova što je neizbježno kod sistema usporednih traka.

Takva bi raspodjela brzine izazivala i neke neprilike: bilo bi nemoguće mirno stajati jer bi jedna noga odmicala od druge. To bi se moglo izbjeći tako da

se načine nešto širi pojasevi s jednoličnom brzinom gibanja i obilježeni na odgovarajući način, odijeljeni međusobno uskim prijelaznim trakama na kojima bi se brzina mijenjala naglo ali jednolično. Širina i smjer traka mogli bi se lako prilagoditi potrebama prometa jednostavnim mijenjanjem konfiguracije polja u podlozi. Na kraju ceste polje bi bilo isključeno a tvar X ponašala bi se opet kao obična tekućina ili prah i mogla bi se cjevovodima crpiti na početak kruga.

Čitava je ova zamisao tako lijepa da bi bila velika šteta kad bi se pokazalo da je potpuno neostvariva.

S druge strane, postoje možda i naprednija rješenja problema pješačkog prometa. Otkrijemo li ikada način savladavanja gravitacije (o tome se više govori u V poglavlju) to će nam dati veću moć nego neutralizacija težine. Moći ćemo postići ne samo lebdenje nego i kontrolirano kretanje u bilo kojem željenom smjeru — gore ili dolje, vodoravno ili uspravno. Naša generacija dobro poznaje beztežinsko stanje u moru i svemiru pa nam ne bi smjela biti nezamisliva slika grada kojim lebdeći bez napora vrve pješaci, ako ih tako možemo nazvati. Ježim se ipak pri pomisli na takav promet u zgradi veličine Empire State Buildinga. Kabine dizala ne bi postojale već samo vertikalna okna duga tri stotine metara. Onima koji bi tuda prolazili, okna bi, zbog umjetnog zaokreta polja sile teže za devedeset stupnjeva, djelovala kao vodoravni tuneli kojima bi letjeli poput sjemenki maslačka na lakom povjetarcu. Jedino bi se u slučaju nestanka energije opet vratili u krutu stvarnost.

Očito je da nitko od naših suvremenika ne bi ni fizički niti psihički mogao dugo izdržati u takvom gradu. No, koliko bi u našem svijetu preživio čovjek iz 1800.

Čak i ako budu izbačena iz gradova, motorna će vozila još dugo prevladavati u prometu na kratkim udaljenostima (15 — 150 km). Danas živi malo ljudi koji se sjećaju vremena kad je to bilo drukčije. Automobil se tako duboko ukorijenio u našem svijetu da izgleda nevjerojatno da je dijete našeg stoljeća.

Gledano objektivno, to je neshvatljiva naprava koju nijedno razumno društvo ne bi podnosilo. Da je itko prije 1900. mogao vidjeti prilaze našim gradovima ponedjeljkom ujutro ili petkom navečer, mislio bi da je u paklu — i ne bi mnogo pogriješio.

Danas imamo milijune vozila od kojih je svako malo čudo složenosti (često nepotrebne), a jure u svim smjerovima tjerani ponekad i s dvije stotine konjskih snaga. Mnoga su velika poput manjih kuća i teže nekoliko tona pa ipak često nose samo jednog putnika. Ona mogu razviti brzinu od 160 km/h ali im prosječna brzina nije viša od 30. Za života jednog naraštaja ta su vozila potrošila više nenadoknadivog goriva nego što je do tada bilo upotrijebljeno u čitavoj povijesti čovječanstva. Putovi kojima se ona kreću skupi su iako neodgovarajući te stoje poput manjeg rata. To je dobra analogija jer su osim troškova i žrtve približno jednake.

Usprkos strašnom danku i u duhovnim i u materijalnim vrijednostima (gledajte što je Detroit učinio s estetikom) naša civilizacija ne bi preživjela ni deset minuta bez automobila. Iako bi se on očito mogao poboljšati, teško je vjerovati da bi mogao biti zamijenjen nečim bitno različitim. Svijet se već 6 000 godina kreće na kotačima pa postoji neprekinut niz od kola s volovskom zapregom do cadillaca.

Jednog će dana ipak i taj niz biti prekinut — možda lebdećim vozilima koja se kreću na zračnom jastuku, a možda savladavanjem sile teže ili nekim drugim još revolucionarnijim sredstvom. Te ću mogućnosti razmotriti na drugom mjestu, a sada bacimo pogled na budućnost današnjeg automobila.

Poboljšanjem materijala postat će mnogo lakši pa prema tome i efikasniji. Sadašnji složeni benzinski motor koji zagađuje okolinu bit će zamijenjen čistim i tihim električnim motorom ugrađenim u same kotače oslobađajući tako koristan prostor u vozilu. To svakako podrazumijeva pronalaženje odgovarajućeg načina pohrane ili proizvodnje električne energije, boljeg u pogledu prostora i težine barem za red veličine od naših nespretnih akumulatora. Takav izum

kasni već pedeset godina, a mogao bi se ostvariti bilo poboljšanjem gorivih ćelija, bilo kao uzgredan proizvod fizike čvrstog stanja.

Ta su poboljšanja, međutim, manje važna od činjenice da automobilom budućnosti neće upravljati njegov vlasnik, nego automobil sâm. Štoviše, jednog bi dana upravljanje automobilom javnim auto-putom mogao biti težak prekršaj. Neću pokušavati odrediti koliko će vremena proći do uvođenja potpuno kompjutoriziranog upravljanja automobilom, ali deseci tehnika što su razvijene za potrebe avionskog i željezničkog prometa jasni su putokazi. Automatsko zaustavljanje elektronički prometni znakovi, radarski detektori prepreka, navigacijske mreže — već danas imamo osnovne potrebne elemente. Sustav automatskih auto-putova bilo bi, dakako, neobično skupo sagraditi i održavati, ali bi ipak bio jeftiniji od današnjeg uzme li se u obzir vrijeme, nepotrebno naprezanje i ljudski životi. Automobil budućnosti doista će potvrđivati prvu polovicu svog imena. Trebat će mu samo reći odredište biranjem šifre na brojčaniku ili čak možda govorom i on će krenuti najpogodnijim smjerom provjerivši prije toga kod cestovne obavještajne službe koje su ceste zatvorene i ima li prometnih gužvi. To bi usput riješilo i problem parkiranja. Kada vas automobil doveze na posao možete ga opet poslati izvan grada. Ponovno bi se javio na dužnost navečer pozvan radio-uređajem ili u unaprijed određeno vrijeme. To je samo jedna od prednosti ugrađenog vozača.

Neki moji znanci uživaju vozeći, a uzroci su tome jednostavno frojdovski. Njihove bi se želje lako mogle ispunjavati u odgovarajuće vrijeme na odgovarajućim mjestima ali nikako ne na javnim prometnicama. Što se tiče mene, ja uporno odbijam vožnju vozilima u kojima ne mogu čitati za vrijeme putovanja, pa prema tome ne želim imati automobil jer bi u ovom ranom stadiju tehničkog razvoja zapravo on posjedovao mene.

Najrevolucionarniji i za naše djedove najnevjerojatniji događaj u povijesti prometa svakako je raz-

voj zrakoplovstva. Putnički promet na udaljenostima većim od stotinjak kilometara odvijat će se jednog dana isključivo zrakom. Željezničarima je to jasno što dokazuju i njihovi neskriveni napori da odbiju putnike. Oni bi se radije posvetili samo robnom prometu jer na njemu ostvaruju veće prihode i imaju manje neprilika. S robom rijetko dolazi do panične žurbe, ne buni se ako stoji nekoliko sati na sporednom kolosijeku, a osim toga ne zahtijeva da joj noge budu ugrijane i piće rashlađeno.

Povijest željeznica koje su tako dobro služile čovječanstvu gotovo stoljeće i pol, sada bilježi posljednje poglavlje. Decentralizacijom industrije, smanjenjem upotrebe ugljena kao goriva i uvođenjem nuklearne energije, omogućeno je pomicanje tvornica bliže izvorima sirovina pe će se time smanjivati potreba prevoženja megatona sirovina na udaljenosti od nekoliko tisuća kilometara. Tako će nestati i osnovna namjena željeznice, a to je uvijek bio prijevoz robe a ne putnika.

Neke mlade zemlje, primjerice Australija, sasvim su zaobišle željezničku eru pa grade prometnu mrežu temeljenu na auto-putovima i zračnom prijevozu. Za nekoliko desetljeća današnji pulmani, vagoni za spavanje i restorani, bit će muzejski izlošci kao što su danas brodovi — lopatari s Mississippija i izazvat će također nostalgiju.

Ipak, posve je moguće da slavno doba željeznice tek dolazi. Na nebeskim tijelima rijetke atmosfere poput Mjeseca, Merkura ili satelita velikih planeta bili bi možda neprikladni drukčiji oblici prometa, a rijetka bi atmosfera omogućavala velike brzine čak i na tlu. Takva situacija naprosto zahtijeva upotrebu željeznice. Pri tome mislim na bilo kakav sistem koji koristi položene tračnice. U brdovitim krajevima svjetova slabe gravitacije mogla bi se uspješno primijeniti vozila na jednoj tračnici ili žičara čiji bi se kablovi razapeli preko dolina, ponora i kratera savladavajući bez teškoća neravno tlo. Za stotinu godina površina Mjeseca bit će možda pokrivena tak-

vom mrežom koja će povezivati gradove s umjetnom atmosferom prve izvanzemaljske kolonije.

Dotle će na Zemlji zračni putnički promet dobiti nov poticaj kad budu usavršeni zrakoplovi s uspravnim polijetanjem i slijetanjem (VTOL). Dok se helikopter, bez obzira na neke važne specijalizirane funkcije, tek neznatno upotrebljava u javnom prometu, njegov će potomak, naprotiv, preuzeti ulogu zračnog autobusa, za kratke i srednje udaljenosti. Nitko još ne može predvidjeti na kakvom će principu djelovati i kako će izgledati ali nema sumnje da će se uskoro neka od naprava zastrašujućeg izgleda što se s mukom dižu sa zemlje pomoću mlaznih motora, rotora ili zakretnih krila razviti u prikladan primjenljiv oblik. Nebom ćemo zagospodariti tek kad budemo mogli poletjeti i sletjeti polako i uspravno.

U interkontinentalnom prometu bitka je završena, a posljedice su jasne. Kad se radi o brzini, zrakoplovima nema premca. Došli smo zapravo dotle da nam više vremena oduzimaju vožnja do aerodroma i administrativne formalnosti nego let preko Atlantika.

Brzina zrakoplovnog prometa ipak će se bitno povećati tokom slijedećih nekoliko desetljeća, a današnja ograničenja nisu tehnološka nego ekonomska. (Avionske su kompanije opterećene otplaćivanjem sadašnje generacije zrakoplova pa im nikako ne bi odgovarali troškovi uvođenja nadzvučnih letjelica.) To uvjerenje da veliki napredak tek predstoji, posljedica je raketne i mlazne revolucije u razdoblju od 1945 — 1955. kada su sva postojeća dostignuća tako temeljito uzdrmana da je svaka konzervativnost u pogledu budućeg razvoja bila smiješna. Primjeri što sam ih iznio u I poglavlju pokazuju da nekad nije bilo tako. Navest ću još jedan jer se lako zaboravlja kako često tehnički i znanstveni autoriteti griješe u procjeni budućeg napretka. Ipak, stručnjaci nastavljaju s istim pogreškama, a mnogi će u tom običaju ustrajati i nakon što ova knjiga bude tiskana.

Još 1929. vodeći zrakoplovni inženjer koji se kasnije proslavio na posve drugom području (njegovo ćete ime naći malo dalje) napisao je članak o budućnosti zrakoplovstva započinjući ovim riječima: »Često se olako tvrdi da će za nekoliko godina putnički zrakoplovi letjeti brže od 500 km/h koliko iznosi današnji brzinski rekord«. To je, kako je on autoritativno ustvrdio, novinarsko pretjerivanje jer su »mogućnosti razvoja komercijalnog zrakoplovstva ograničene pa se iznad tih granica ne može očekivati dalji napredak«.

Eto tih granica kako ih je predvidio taj dalekovidni prorok, a trebalo je da budu postignute oko 1980:

brzina: 200 km/h
domašaj: 1000 km
koristan teret: 4 t
ukupna težina: 20 t

Svaki od ovih brojeva premašen je peterostruko do smrti predskazatelja 1960, kojega su oplakali mnogobrojni čitatelji u mnogim zemljama. Godine 1929. on je vodio proračune pri gradnji zračnog broda R 100, pod imenom N. S. Norway, a 1960. bio je slavan kao Nevil Shute. Nadajmo se, kao što se i on sâm morao nadati, da je u knjizi »On the Beach« (»Na plaži«) jednako grubo promašio kao i u ovom ranijem i manje poznatom predviđanju.

Čak i najranije verzije concorda pokazale su da možemo graditi »konvencionalne« mlazne transportere koji mogu letjeti brzinom 2 do 3 tisuće km/h. To znači da nijedno putovanje na Zemlji ne bi trajalo duže od šest sati, a najčešće bi se putovalo tek dva do tri sata. Mogla bi se razviti svjetska mreža zračnih linija na velike udaljenosti koja bi bila sličnija današnjem autobusnom i željezničkom prometu nego onome što danas pružaju zračni prijevoznici. Obroci i stjuardese bili bi jednako neprilični kao što bi danas bili u njujorškim gradskim autobusima ili londonskoj podzemnoj željeznici. Analogija je bliža nego što se čini jer ima i prijedloga da se uvedu vrlo jeftini zračni autobusi isključivo sa

stajaćim mjestima. Oni koji su već iskusili čari prekooceanskog leta u turističkom razredu u društvu drečave dječurlije, sigurno će se veseliti spoznaji da nam budućnost sprema još veće užitke.

Suočeni sa zračnim konkurentima, brodski su se prijevoznici mudro usredotočili na prodaju udobnosti i dokolice. Premda danas većina putnika radije odabire zrak nego more, izgleda da to ne pogađa prekooceanske brodske prijevoznike. Izrađen je, barem u Evropi, i zamašniji plan u čije ostvarenje ulaze i porinuća brodova »Oriana«, »Leonardo da Vinci« i »Canberra«. Neki su od tih brodova isključivo putnički i uopće nemaju prihoda od prijevoza tereta. Bez obzira na sve što budućnost donese, takvi će brodovi nastaviti da plove oceanima sve dok čovjek bude imao sluha za zov svoje pradavne postojbine — mora.

Kraj teretnih brodova — trampera i jedrenjaka, galija i kvinkvarema što već šest tisuća godina nose terete svijeta — već se nazire, i za stotinjak godina ostat će samo poneki slikoviti svjedok povijesti. Nakon dugog razdoblja u kojemu nije imao suparnika teretni je brod sada ugrožen s tri strane.

Prvi izazivač je *pod* vodom. Podmornica je mnogo djelotvornije vozilo od površinskog broda koji veliki dio energije rasipa proizvodeći valove. Pojavom nuklearne energije ostvarena je konačno brza podmornica velikog akcionog radijusa kakvu je prije mnogo godina zamislio Jules Verne ali za sada samo za vojne potrebe. Drugo je pitanje hoće li teretne podmornice biti ekonomične uz velike početne troškove i teškoće rada pod vodom.

Zanimljiv je kompromis, koji je ekonomski opravdan, tegljena savitljiva posuda za prijevoz tekućeg tereta što je upravo izrađuju u Velikoj Britaniji. Te divovske plastične kobasice (koje se mogu smotati i jeftino prebaciti brodom ili čak zrakoplovom na mjesto gdje će biti opet upotrijebljene) već su dostigle duljinu veću od pedeset metara, a nema razloga da ne budu i dulje. Budući da se mogu tegliti potpuno uronjene, one su djelotvorne poput podmor-

nica ali bez njihovih mehaničkih i navigacijskih teškoća. Osim toga one su lagane i jeftine jer nije ni potrebno da budu osobito čvrste. Za razliku od krutih brodova, one se ne opiru valovima, nego im se prilagođuju pa se čak mogu ugnuti pod oštrim kutem kad njihov tegljač naglo zaokrene.

Izumitelj »Dracona« (kako je nazvan taj savitljivi podvodni tanker) priznao je s hvalevrijednim poštenjem: »Ideju mi je dao znanstveno-fantastični roman«. To je vjerojatno bio izvrstan roman Franka Herberta »The Dragon in the Sea« (»Morski zmaj«) koji govori o uzbudljivoj ratnoj misiji atomske podmornice koja tegli uronjene šlepove s naftom. I doista, prijevoz nafte bit će vjerojatno osnovna namjena tih plovećih posuda jer nafta i naftne prerađevine čine polovicu ukupnog svjetskog prometa morem što je sada oko milijardu tona godišnje. Neki će grčki brodovlasnici vjerojatno sa srdžbom promatrati kako su njihovi krasni tankeri zamijenjeni golemim plastičnim bocama.

Ostali rasuti teret (žitarice, ugljen, rudača i ostale sirovine) također bi se mogao prevoziti na taj način. U većini ovih slučajeva brzina nije bitna, jedino je važno da se održi stalan tok prijevoza. Tamo gdje je nužna brzina, bit će korišten zračni promet za sve terete osim onih najglomaznijih, a jednoga dana čak i bez tog izuzetka.

Teretni zračni promet na samom je početku svog razvoja i bilo bi nerazumno određivati granice njegovih mogućnosti kao što jasno pokazuju primjeri što sam ih ranije naveo. Premda se danas zrakom prevozi manje od 0,1 posto ukupnog tereta, možda će doći vrijeme kad će se prevoziti isključivo tako. Dio od toga dići će se nekoliko tisuća metara uvis, a ostatak će se, a to će najvjerojatnije biti glavnina, odmaknuti od tla tek desetak centimetara. Najljući neprijatelj prekooceanskog teretnog broda možda neće biti podmornica ili zrakoplov, nego lebdjelica koja će se na zračnom jastuku kretati iznad površine mora i kopna.

Taj neobični i neočekivani izum značajan je i sam po sebi i kao vjesnik budućnosti. Pomoću njega smo prvi put postigli da se podižu s tla i lebde zaista teški tereti. To može i ne mora revolucionirati promet ali će svakako natjerati ljude da ozbiljno razmisle o stvarnom savladavanju sile teže. Već sam spomenuo jednu moguću primjenu takvog dostignuća.

Savladavanje sile teže — »antigravitacija« kako to nazivaju pisci znanstveno-fantastičnih romana — možda nećemo ostvariti ali lebdjelice su već ovdje. Da vidimo sada kako će lebdjelice i njihovi hipotetični nasljednici djelovati na našu civilizaciju.

IV poglavlje

NA ZRAČNOM JASTUKU

U našem stoljeću zbile su se već dvije prometne revolucije od kojih je svaka izazvala duboke društvene promjene. Automobil i zrakoplov stvorili su svijet što ga prije sto godina nitko nije mogao zamisliti ni u najluđem snu. Pa ipak oba ugrožava nešto posve novo što još nema ni imena, nešto što bi moglo budućnost učiniti nama čudnom i stranom kao što bi naš svijet auto-putova i aerodroma bio neobičan čovjeku iz 1890. U ovoj bi trećoj revoluciji, naime, mogao biti odbačen kotač, naš vjerni sluga još od samog svitanja povijesti.

U nizu zemalja — Sjedinjenim Državama, Engleskoj, Sovjetskom Savezu, Švicarskoj a sigurno i drugdje — u toku su nastojanja da se konstruiraju vozila koja doslovno lebde u zraku. Pionirski model Saunders-Roe SR-N1 »Hovercraft« doveo je do 160-tonskog SR-N4 koji je prevezao već tisuće putnika preko La Mancha, a u pripremi su i mnogo veći modeli. Njihov se rad zasniva na pojavi poznatoj pod nazivom učinak tla.

Premda lebdjelice zbog toga što se održavaju nad tlom vertikalnim mlazom zraka podsjećaju na helikoptere, princip njihova rada je posve drukčiji. Ako ste zadovoljni lebdenjem na desetak centimetara od tla, uz istu snagu možete podići mnogo veći teret ne-

go helikopter. U to će vas uvjeriti jednostavan pokus što ga možete sami načiniti.

Objesite električni ventilator u sredini sobe tako da se može slobodno pomicati naprijed-natrag; tada ga uključite. Opazit ćete da se ventilator otklonio za nekoliko milimetara, ovisno o jačini potiska. Taj potisak nije osobito jak, a ipak se upravo na toj pojavi zasnivaju svi naši zrakoplovi i helikopteri.

Uzmite sada taj isti ventilator i objesite ga elisom prema zidu približivši ga zidu najbliže što možete. Kada ga nakon toga uključite otklon će biti tri do četiri puta veći nego prije budući da zračni mlaz oblikuje neku vrstu jastuka između ventilatora i zida. Što je manje rasipanje mlaza na stranu, veći je otklon. Ako učvrstite oko oboda ventilatora valjkasti štitnik, otklon će biti još veći.

Taj nam pokus govori što treba da činimo želimo li lebdjeti na zračnom jastuku. Potrebna nam je ravna površina i iznad nje malo udubljena ploča — dobar bi bio recimo preokrenut tanjur. Pušemo li dovoljno jako pod tanjur, on će se podići i lebdjeti nekoliko milimetara nad podlogom, a zrak će strujati van ispod rubova.

Pri pogodnim okolnostima već će i mala količina zraka podići priličan teret. Znanstvenici Evropskog centra za nuklearna istraživanja (CERN) odnedavna korisno primjenjuju tu pojavu. Oni su se sukobili s problemom prenošenja uređaja teških do trista tona i, što je još složenije, njihovog na milimetar preciznog postavljanja. Za tu su svrhu upotrijebili čelične diskove oblikovane poput tanjura, promjera oko metra, s gumenim brtvilom na obodu. Kad se pod takvu platformu usmjeri mlaz zraka pod tlakom od 5 atm ona s lakoćom podiže deset do dvadeset tona. Trenje je tada tako neznatno da rukama možete gurati teret po laboratoriju.

Jasno je da će industrija i građevinarstvo naći mnoge primjene za te »lebdeće tanjure« a jedan beznačajan, iako zgodan, način upotrebe već je prodro u naše domove. Postoje na tržištu usisavači prašine koji ne zapinju o sagove jer lebde na vlastitoj izlaz-

noj struji zraka pa zaposlena domaćica uspijeva dojuriti do televizora nekoliko kritičnih sekundi ranije.

Pitat ćete se kakve to ima veze s prometom. Malo je cesta s površinom glatkom kao podovi laboratorija pa čak i poput saga te se čini da se dobri staromodni kotač nema čega bojati. Znanstvenici koji su zavirili u teoriju zračnog jastuka brzo su pokazali da je takvo mišljenje kratkovidno. Dok uređaji malih razmjera kakve smo opisali djeluju samo na glatkim i ravnim površinama, situacija postaje sasvim drukčija i uzbudljiva za prometne stručnjake kad se radi o znatno većim modelima. Naime, što je veća lebdjelica, više će se podići od tla i tako savladati grublju podlogu. Saunders-Roe SR-N1 klizio je na visini od četrdeset centimetara, a njegovi će veći nasljednici lebdjeti u visini ramena na nevidljivom jastuku zračnog mlaza.

Budući da nemaju fizičkog dodira s podlogom, lebdjelice mogu istom lakoćom prelaziti led, snijeg, pijesak, oranice, močvare, tekuću lavu ili što god vam padne na pamet. Sva su ostala prijevozna sredstva specijalizirana pa mogu izaći na kraj s jednom ili najviše dvije vrste podloge, a do sada nije konstruirano ni jedno koje bi brzo i glatko prelazilo ijednom od ovih spomenutih podloga. Međutim, za lebdjelicu su one sve jednake i ne zaostaju za suvremenim auto-putom.

Trebat će vremena da bi se prihvatila ova zamisao i da se shvati da će neizmjerna mreža cesta, na čiju su gradnju dvije ljudske generacije potrošile mnogo vremena i novaca, uskoro zastarjeti. I dalje će, dakako, biti potrebni nekakvi prometni putovi da bi se vozila udaljila od naseljenih područja i da se izbjegne gužva koja bi nastala kad bi svaki vozač odabrao najizravniji put do odredišta što ga dopuštaju zemljopisni uvjeti. Međutim, ti putovi ne moraju više biti asfaltirani, nego samo izravnani toliko da nema zapreka viših od nekih petnaest centimetara. Ne bi bili potrebni ni čvrsti temelji jer je težina lebdjelice jednolično raspoređena na površini od ne-

koliko kvadratnih metara a nije usredotočena na nekoliko dodirnih točaka. Današnji bi auto-putovi služili bez popravaka još naraštajima ako bi se njima kretala isključivo vozila na zračnom jastuku. Beton bi doduše popucao i pokrila bi ga mahovina ali to ne bi ni najmanje smetalo. Odbacivanjem kotača uštedjet ćemo goleme svote na gradnji cesta — milijarde dolara godišnje. No, prije nego što na svim cestama, oko 1990, bude stajao natpis »Zabranjeno za vozila na kotačima« čeka nas prijelazno razdoblje puno teškoća.

Kako buduće lebdjelice ili zračni automobili neće biti vezani za prometnice samim mogućnostima vozila, nego propisima, najčešći prometni prekršaj potkraj stoljeća neće više biti prekoračenje brzine, nego smetanje tuđeg posjeda. Teško je povjerovati da će izletnici uvijek obuzdati želju da istraže svaki kutak nekog zanimljivog krajolika kad mogu poput oblaka zaploviti kud im se prohtije. Možda će opet porasti potražnja bodljikave žice jer će se bijesni farmeri htjeti zaštititi od izletnika i njihovih otpadaka. Strateški postavljeno kamenje bilo bi djelotvornije ali bi moralo biti postavljeno dosta gusto da osvajači ne nađu prolaz.

Rijetka su takva mjesta što ih vješt vozač lebdjelice ne bi mogao doseći i u budućnosti će vozila tehničke pomoći odlaziti na vrlo neobična mjesta. Kakvo li samo iskušenje predstavlja Grand Canyon za lebdećeg vozača. Možda će čak biti konstruirane lebdjelice sposobne za kretanje planinama. Probijajući se oprezno strmim, stjenovitim, snježnim ili ledenim padinama, vozač bi mogao, ukaže li se potreba, upotrijebiti i posebna sidra. To ipak ne bi bio pothvat za početnika.

Ako vam se čini da sam s ovim zamislima otišao predaleko, to je zato jer još uvijek pripadamo vremenu kotača pa se naši umovi ne mogu osloboditi njegove tiranije koja je sjajno utjelovljena u upozorenju »NEUREĐENE BANKINE«. Za naše unuke taj će izraz izgubiti smisao jer će njima biti svejedno

da li je površina ispod njihova vozila beton ili treset, samo ako je dovoljno ravna.

Valja ipak reći da široka upotreba obiteljskih lebdjelica neće biti moguća dok god ovisimo o benzinskom motoru. Osim što dižu buku, oni uz stotinjak konjskih snaga postižu brzine od samo 100 km/h. Iako će učinak benzinskog motora sigurno biti poboljšan, izgleda da će zasad samo manji modeli lebdjelica pobuditi zanimanje kod vojske, farmera koji moraju prelaziti neravna i poplavljena područja, filmskih redatelja koji teže posebnim efektima i sličnih specijaliziranih korisnika koji ne pitaju za potrošnju benzina.

No, benzinski motor je na zalazu, što će vam u trenutku iskrenosti potvrditi svaki naftni geolog. Uskoro ćemo, zbog nasušne potrebe, morati pronaći neki drugi izvor energije — možda usavršeni oblik električnog akumulatora koji bi imao barem sto puta veći kapacitet od današnjih nespretnih čudovišta. Bez obzira na to kako će taj problem biti riješen, sigurno je da ćemo za nekoliko desetljeća imati lagan i trajan motor koji će zamijeniti benzinski kad presuše naftni izvori. Takvi će motori pokretati osobne lebdjelice budućnosti, poput benzinskih motora koji su pokretali automobile prošlosti.

Neovisnošću prometa o cesti konačno ćemo postići istinsku pokretljivost Zemljinom površinom. To ima posebno značenje za Afriku, Australiju, Južnu Ameriku, Antarktik i sve zemlje koje nemaju (a možda neće nikad ni trebati) razvijenu mrežu auto-puteva. Pampasi, stepe, veltovi, prerije, snježna polja, močvare i pustinje pogodni su prostori za novi oblik prometa koji će se odvijati brže, udobnije a vjerojatno i ekonomičnije od onoga što se danas kreće našim najboljim cestama. Osvajanje polarnih prostora možda će ovisiti upravo o razvoju teretnih lebdjelica.

Vratit ćemo se ovoj temi kasnije, a sada je vrijeme da se otisnemo na more. Lebdjelice mogu, naime, istom lakoćom putovati kopnom i morem. Sve veća i brža, ta bi vozila mogla revolucionarno djelo-

vati na robni promet, međunarodne odnose pa čak i raspodjelu napučenosti. Da ih ostvarimo nisu nam potrebni nikakvi hipotetični novi izvori energije; čak i kad se radi o tisućama tona, današnje bi plinske turbine zadovoljile, a sutrašnji nuklearni reaktori bili bi još bolji. Čim skupimo dovoljno iskustava na današnjim jednostavnim modelima, moći ćemo graditi divovske prekooceanske lebdjelice sposobne da prevoze interkontinentalne terete brzinom od gotovo 200 km/h.

Za razliku od današnjih brodova teretna i putnička vozila na zračnom jastuku slijedećeg naraštaja bit će plitke posude ravnog dna. Bit će izuzetno pokretljive — moći će se kretati natraške i postrance jednostavnim mijenjanjem smjera zračnih mlaznica — i lebdjet će oko tri metra iznad površine. To će im omogućiti da meko kližu nad morem čak i kad je prilično valovito. Kako neće biti izložene velikim naprezanjima poput brodova, lebdjelice će biti lagane građe i zato s većim učinkom. Njihova će im brzina omogućavati da izbjegnu sve oluje, a do vremena kad lebdjelice uđu u svakodnevnu upotrebu imat ćemo detaljne satelitske meteorološke izvještaje koji će pokrivati čitav svijet pa će svaki kapetan točno znati što ga očekuje na putu. U oluji bi lebdjelica možda bila i sigurnija od broda jednake veličine jer bi bila uglavnom izvan dohvata valova.

Budući da lebdjelici ne smetaju podvodni grebeni i plićaci, ona će se moći kretati vodama nepristupačnim za druge brodove. To bi moglo otvoriti tisuće kvadratnih kilometara djevičanskog područja privrednim i sportskim ribolovcima i revolucionirati život otočnih zajednica. Golemo područje Velikog koraljnog grebena, 2000 km dugog koraljnog bedema koji ograđuje sjeveroistočnu obalu Australije, gotovo je nedostupno osim za potpuno mirnog vremena, a mnoge male otoke tog područja čovjek nije još nikada posjetio. Pouzdana prometna služba lebdjelicama pretvorila bi na žalost te dragulje, obrasle pandanusom, u primamljiva ljetovališta.

Od svih do sada izumljenih vozila, lebdjelica je najmanje opterećena trenjem pa se može kretati mnogo brže od bilo kojeg postojećeg vozila na vodi uključujući i akvaplane s mlaznicama koji postižu do 500 km/h. To upozorava da je prilično jaka konkurencija avionskog prometa jer bi mnogi putnici rado proveli koji dan (ne tjedan) na moru, pogotovo ako im je zajamčena ugodna vožnja. Vozilo koje bi moglo krstariti umjerenom brzinom od 250 km/h prešlo bi udaljenost od Londona do New Yorka za jedan dan i tako popunilo prazninu u rasponu brzina između Queen Elizabeth II i boeinga 707.

Ono što lebdjelice čini osobito prikladnim za putnički promet je visoki faktor sigurnosti zajamčen samim principom rada. Kada prestanu raditi motori zrakoplova ili kad se ozbiljnije ošteti konstrukcija, putnicima ostaje malo nade. Lebdjelici se naprotiv može dogoditi bilo što osim čelnog sudara, a da se ona meko spusti na plovke i pri tome nikome ne padne vlas s glave. Njoj nisu potrebne skupe i zamršene navigacijske i sigurnosne mreže nužne za zračni promet. U slučaju opasnosti kapetan bi uvijek mogao sjesti i razmisliti ne brinući se o preostalom gorivu. U tom pogledu lebdjelica ima sve prednosti zrakoplova i broda, a vrlo malo njihovih nedostataka.

Najpovoljnija osobina lebdjelica nije međutim ni njihova brzina ni sigurnost, nego mogućnost prijelaza s kopna na more i obratno. Prekooceanska se lebdjelica ne mora zaustaviti na obali, nego može nastaviti u unutrašnjost ostavljajući za sobom luke o kojima već pet tisuća godina ovisi pomorska trgovina. Svaki ravniji dio obale služio bi teretnim i putničkim lebdjelicama kao otvorena vrata. Gotovo bez zaustavljanja one bi mogle nastaviti kopnom i tisuće kilometara ako je potrebno da bi putnike i teret iskrcale u srcu kontinenta. Jedino bi zahtijevale prilično široke prometnice ili prolaze s neravninama koje ne premašuju metar-dva. Odlično će poslužiti stare željezničke pruge kojih će potkraj stoljeća biti u izobilju. Takve prometnice ne treba da budu mrt-

vo tlo, kao što su današnji auto-putovi i željezničke pruge. Mogle bi biti upotrijebljene za najrazličitije poljoprivredne svrhe, premda ne i za uzgoj žita jer bi umjetni vjetar ipak bio prejak.

Sve su to loše vijesti za San Francisco, New Orleans, London, Los Angeles, Napulj, Marseille i bilo koju luku koja vam padne na pamet. No, još su gore za Egipat i Panamu. Naime, »brodovi« budućnosti neće puziti tijesnim kanalima brzinom od 10 km/h po cijeni od 1000 dolara na sat kad mogu kliziti kopnom dvadeseterostrukom brzinom i birati kurs gotovo istom slobodom kao na otvorenom moru.

Političke posljedice bit će, u najmanju ruku vrlo zanimljive. Cijela situacija na Bliskom Istoku bila bi potpuno drukčija kad bi Izrael (ili pola tuceta drugih zemalja) mogao zauvijek izbaciti iz konkurencije Sueski kanal, nudeći pod povoljnijim uvjetima prolaz netaknutom pustinjom. A što se tiče Paname, ostavio bih to na razmatranje mornarici i Ministarstvu vanjskih poslova Sjedinjenih Država.

Poučna je umna vježba da se uzme reljef svijeta i pokušaju naslutiti budući trgovački putovi lebdjelica. Hoće li za pola stoljeća Oklahoma City biti veća luka od Chicaga? Koji je način najbolji da stotonski teretnjak prijeđe Stijenjak, Ande ili Himalaju? Hoće li Švicarci postati najveći svjetski brodograditelji? Hoće li klasični brodovi uopće preživjeti kad kopno i ocean postanu jedinstven kontinuum?

To su pitanja na koja ćemo uskoro morati odgovoriti. Iznenadan i neočekivan razvoj lebdjelica primorava nas na osobito žustru umnu gimnastiku. Obuzeti teretima koji brzinom zvuka jure gornjim slojevima atmosfere, potpuno smo previdjeli veliku revoluciju na morskoj razini. Revolucija koja nas može doslovno dovesti na kraj puta.

V poglavlje

PROTIV GRAVITACIJE

Od svih prirodnih sila, gravitacija je najtajanstvenija i najneumoljivija. Ona upravlja našim pokretima od rođenja do smrti, ubijajući nas ili osakaćujući ako se okliznemo. Ljudi su, svjesni okova koji ih vežu uz tlo, uvijek zavidjeli pticama i oblacima, a nebo zamišljali obitavalištem bogova. Već i sam izraz »nebesko biće« podrazumijeva slobodu od gravitacije što smo je uvijek mogli samo sanjati.

Postoje mnoga tumačenja takvih snova, a neki ih psiholozi pripisuju našoj navodnoj šumskoj prošlosti, iako je malo vjerojatno da su naši izravni preci provodili dane skačući sa stabla na stablo. Moglo bi se jednako uvjerljivo tvrditi da je čest san o lebdenju predosjećaj budućnosti a ne sjećanje na prošlost. Jednog će dana beztežinsko stanje ili umanjena sila teža biti uobičajeno a možda čak i normalno stanje čovječanstva. Možda će doći vrijeme kad će više ljudi živjeti na svemirskim stanicama i svjetovima male gravitacije nego na ovom planetu i kad jednom bude pisana povijest ljudske rase možda će 100 milijardi ljudi koji su tegobno proveli život boreći se s gravitacijom biti u manjini. Naši će se svemirski potomci vjerojatno jednako malo brinuti o gravitaciji kao i naši preci koji su bez napora lebdjeli u pramoru.

Većina stanovnika ovog planeta već i sada jedva primjećuje postojanje gravitacije. Ona vlada velikim kopnenim životinjama poput slona, konja, ljudi i pasa ali je za velik broj malih životinja tek blaga neprijatnost. Za insekte je čak i manje od toga jer i slabo strujanje zraka podržava njihovu težinu pa im gravitacija ne čini veće zapreke nego ribama.

Nama pak ona prilično smeta, osobito sada kad joj se tako odlučno pokušavamo oteti. Bez obzira na naše trenutačno zanimanje za svemirske letove, problem gravitacije uvijek je zaokupljao fizičare. Gravitacija se naizgled razlikuje od svih ostalih sila i oblika energije — elektriciteta, magnetizma, topline, svjetlosti — koji se mogu proizvesti na razne načine i pretvarati jedni u druge. Zapravo se veći dio moderne tehnologije zasniva na takvim pretvorbama — topline u elektricitet, elektriciteta u svjetlost i slično.

Gravitaciju, međutim, ne možemo ni proizvesti niti utjecati na nju bilo kakvim sredstvima. Koliko znamo, prisutnost materije je jedini način da se proizvede gravitacijsko polje. Svaka čestica materije privlači sve ostale čestice u svemiru, a zbroj svih tih privlačnih sila u nekoj točki prostora predstavlja lokalnu gravitaciju koja je različita na raznim nebeskim tijelima jer neka imaju veliku masu a druga malu. U našem Sunčevom sustavu četiri divovska planeta — Jupiter, Saturn, Uran i Neptun — imaju veću površinsku gravitaciju od Zemljine (gravitacija na Jupiteru je kao 2,5 Zemljine). Druga su krajnost mjeseci i asteroidi gdje je gravitacija tako mala da bi u prvim sekundama slobodnog pada teško bilo razaznati da li se padajući predmet pomiče.

Gravitacija je nevjerojatno, gotovo nezamislivo slaba sila. To kao da protuslovi zdravom razumu i svakodnevnom iskustvu, a ipak je točno. Da bi se proizvelo umjereno gravitacijsko polje u kakvom živimo, potrebne su zaista goleme količine materije — šest tisuća milijuna milijuna milijuna Zemljinih tona $6 \cdot 10^{24}$ kg) a magnetska ili električna polja u kojima djeluju stotinjak puta jače sile možemo proiz-

vesti već s nekoliko kilograma željeza ili bakra. Kad običnim potkovastim magnetom podignete komad željeza, količina metala u magnetu nadvladava čitavu Zemlju. Začuđuje nas i tjera u očaj da ne možemo ovladati tako slabim silama.

Od vremena do vremena čuju se glasine da se istraživači bave problemom ovladavanja gravitacijom ili »antigravitacijom« ali se uvijek pokaže da su to samo pogrešna tumačenja. Niti jedan mjerodavan znanstvenik ne bi, na današnjem stupnju našeg neznanja, za cilj istraživanja odabrao ovladavanje gravitacijom. Mnogi fizičari i matematičari nastoje u međuvremenu utvrditi osnovna znanja o gravitaciji. Dovede li taj fundamentalan rad do nekog oblika upravljanja gravitacijom, bit će to sjajno, ali sumnjam da stručnjaci s tog područja očekuju takve rezultate. Gledište većine znanstvenika ukratko je formulirano primjedbom dr Johna Piercea iz Bell Telephone Laboratories: »Antigravitacija je samo za ptice«. Ali, pticama je ona nepotrebna, a nama bi dobro došla. Začuđuje, međutim da su poslovni ljudi i privrednici manje sumnjičavi od znanstvenika kad se radi o antigravitaciji. Godine 1960. časopis »Harvard Business Review« proveo je anketu o svemirskom programu u kojoj je obrađeno više od 2000 odgovora na iscrpan upitnik na pet stranica. Zamoljeni da svrstaju po vjerojatnosti razne nusproizvode svemirskog istraživanja, privrednici su se o antigravitaciji izjasnili ovako: gotovo sigurno 11 posto, vrlo vjerojatno 21, moguće 42, malo vjerojatno 21, nemoguće 6 posto. Zapravo su pokazali da smatraju antigravitaciju vjerojatnijom od naseljavanja planeta i iskorištavanja njihovih minerala. Uvjeren sam da većina znanstvenika misli suprotno. Svakako, u ovom trenutku mišljenje harvardskih poslovnih ljudi nije ni bolje ni lošije od mišljenja profesionalnih fizičara.

Još uvijek znamo o gravitaciji tako malo da čak nismo ni potpuno sigurni širi li se prostorom konačnom brzinom — poput radio-valova ili svjetlosti ili je »uvijek prisutna«. Do Einsteina su znanstvenici

bili uvjereni u ovo drugo te da se gravitacija širi trenutačno. Danas se općenito smatra da se širi brzinom svjetlosti i da poput svjetlosti ima valnu strukturu. Ako gravitacijski valovi postoje, bit će ih vrlo teško opažati jer nose vrlo malu energiju. Proračuni su pokazali da je ukupna energija gravitacijskih valova Zemlje jedna milijuntina konjske snage, a ukupna je emisija cijelog Sunčevog sustava — Sunca i svih planeta — pola konjske snage. Svaki umjetni generator gravitacijskih valova bio bi milijardu milijardi puta slabiji od ovoga.

Usprkos tome ima pokušaja da se dokaže postojanje tih valova. Prvi je uspjeh postigao dr John Weber sa Sveučilišta u Marylandu 1969. On smatra da je opazio gravitacijske valove koji dolaze iz nekog nepoznatog izvora u središtu naše galaktike. Iako su ta otkrića uzbudljiva, proći će mnogo vremena prije nego što možemo očekivati njihovu praktičnu primjenu. Moguće je također da praktične primjene neće ni biti.

Ipak, svakih nekoliko godina poneki nadobudni izumitelj konstruira i prikaže, za svoje zadovoljstvo, nekakav antigravitacijski uređaj. To su uvijek laboratorijski modeli kojima se postiže (ili točnije prividno postiže) malo podizanje s podloge. Neki su od tih uređaja električni, neki pak isključivo mehanički, a sastoje se od neuravnoteženih zamašnjaka, osovina, pera i oscilirajućih utega. Osnovna je zamisao takvih projekata da akcija i reakcija ne moraju uvijek biti jednake i suprotne te da ponekad u jednom smjeru preostane dio sile. Dakle, iako se svi slažu da se ne možete podići s tla povlačeći jezike svojih cipela, neki će odmah početi umovati kako bi niz trzaja u odgovarajućim razmacima moglo dati drukčiji rezultat...

Gledano tako, ta zamisao djeluje potpuno besmisleno ali nije lako uvjeriti u vlastitu zabludu inteligentnog i odanog izumitelja s krasnim uređajem sastavljenim od više desetaka dijelova što se pomiču u svim mogućim smjerovima i koji uporno tvrdi da njegova oscilirajuća naprava postiže potisak od de-

set grama te da bi vas veći primjerak mogao odvesti na Mjesec. Možete biti 99.999 posto sigurni da je on pogriješio, a da mu to ipak niste u stanju dokazati. Budemo li ikada ovladali gravitacijom, to ćemo postići zahvaljujući mnogo složenijoj tehnici nego što su mehaničke naprave, a to će se otkriće vjerojatno pojaviti kao nusproizvod na nekom posve neočekivanom polju fizike.

Također je vjerojatno da nećemo mnogo napredovati u poznavanju gravitacije dok god ne budemo u stanju da izoliramo svoje instrumente od njenog utjecaja uspostavljanjem laboratorija u svemiru. Proučavati je ovdje na Zemlji nalik je ispitivanju hi-fi opreme u tvornici parnih kotlova; efekti koje tražimo možda su prekriveni osnovnim šumom. Jedino ćemo u satelitskom laboratoriju moći proučavati osobine tvari u beztežinskom stanju. Razlog zbog kojega predmeti u svemiru obično nemaju težine vrlo je jednostavan, a često se krivo tumači. Mnogi su ljudi, zavedeni pisanjem nemarnih novinara, uvjereni da astronauti nemaju težine jer su »izvan dosega gravitacije«. To je sasvim pogrešno. Nigdje u svemiru — pa čak ni u najudaljenijoj galaktici koja se na fotografiji zvjezdarnice na Mount Palomaru ocrtava kao mala mrlja — ne biste bili izvan dosega Zemljine gravitacije iako je nekoliko milijuna kilometara odavde ona zanemariva. Ona polagano opada s udaljenošću pa je na visini bližih satelita i svemirskih laboratorija gotovo jednako snažna kao na morskoj površini. Na visini od 300 km, s koje su prvi astronauti gledali Zemlju, gravitacijsko polje je tek 1/10 slabije od svojega iznosa na površini. Usprkos tome oni nisu imali težine.

Ako vas sve ovo zbunjuje, uzrok je u jeziku. Problem je u tome što smo se mi boraveći na Zemljinoj površini navikli miješati izraze »gravitacija« i »težina«. U svakodnevnom zemaljskom životu to je u redu jer gdje god postoji težina postoji i gravitacija i obrnuto. No, to su zapravo različiti pojmovi i mogu se javljati nezavisno, što je u svemiru normalna pojava.

Ponekad se to događa i na Zemlji što dokazuje slijedeći pokus. Predlažem da ga zamislite umjesto da ga doista izvedete ali ako vam moja logika nije dovoljno uvjerljiva, samo naprijed. Imat ćete slavnog prethodnika u Galileju koji je također više vjerovao eksperimentalnom dokazu. Ja međutim ne priznajem odgovornost ako nastane šteta.

Bit će vam potrebna zaklopna vrata (odlična bi bila vratašca kakva se obično nalaze na postolju vješala) i kućna vaga. Stavite vagu na zaklopna vrata i stanite na nju. Ona će, dakako, pokazati vašu težinu. Tada, očiju uprtih u brojčanik vage, dajte znak svom znancu (»To nije posao za prijatelja, gospodaru,« kao što je Volumnije rekao Brutu u sličnoj prilici) da otkači zasun na vratima. Igla će začas pasti na nulu a vi ćete biti bez težine. No, svakako nećete biti izvan dosega gravitacije; bit ćete potpuno izloženi njenom utjecaju u što ćete se odmah uvjeriti.

Kako to da ste u takvim okolnostima izgubili težinu? Težina je sila, a silu ne možemo osjetiti ako nema hvatišta, ako joj se ništa ne protivi. Nećete osjetiti nikakvu silu ako gurnete otvorena vrata niti ćete osjećati težinu kad nemate oslonca i slobodno padate. Astronaut uvijek slobodno pada osim kad aktivira svoje raketne motore. Kretanje pri takvom »padu« može biti usmjereno prema dolje, prema gore ili postrance kao kod satelita u orbiti koji neprestano padajući kruži oko Zemlje. Prepustivši se slobodnom padanju bit ćemo u beztežinskom stanju bez obzira na smjer kretanja.

Možete dakle biti bez težine i tamo gdje ima gravitacije napretek. Vrijedi i obrat: nije vam potrebna gravitacija da biste imali težinu. Promjena brzine tj. akceleracija ima jednak učinak.

Da to dokažemo zamislimo pokus još nevjerojatniji od opisanog. Ponesite svoju kućnu vagu do nekog udaljenog mjesta u svemiru gdje je gravitacija za naše potrebe zanemariva. Lebdeći tamo u prostoru opet ćete biti bez težine. Stanete li na vagu njena kazaljka će ostati na nuli. Sada na donji dio vage

učvrstite raketni motor i pokrenite ga. Vaga će potiskivati vaša stopala i vi ćete imati vrlo uvjerljiv osjet težine. Uz odgovarajuću podešenost potiska raketnog motora imat ćete zahvaljujući akceleraciji jednaku težinu kao i na Zemlji. Kad se ne biste osvrtali na ostala osjetila, činilo bi vam se da stojite na Zemljinom tlu a ne da jurite među zvijezdama.

Svima je nama poznat taj osjećaj »težine« što ga uzrokuje akceleracija! Opažamo ga u dizalu kada kreće prema gore i u vodoravnom smjeru u automobilu kada naglo ubrzava ili koči. Primjenom akceleracije moguće je proizvesti umjetnu težinu gotovo neograničenih iznosa a to se vrlo često susreće i u svakodnevnom životu. Dijete na vrtnoj ljuljački s lakoćom mijenja svoju težinu od nule, u najvišoj točki njihaja, do trostruke normalne težine u najnižoj točki luka. A kada skočite sa stolice ili sa zida udarac o tlo poveća vam težinu desetak puta.

Takve sile uspoređujemo i mjerimo gravitacijom Zemlje pa kad kažemo da je netko izložen gravitaciji od 10 g, to znači da se njegova normalna težina udesetorostručila. No, kada je težina uzrokovana isključivo akceleracijom, ona je potpuno neovisna o zemaljskoj gravitaciji. Nezgodno je da imamo samo jednu riječ za pojavu koja može biti izazvana dvama bitno različitim uzrocima.

Najpogodniji način umjetnog postizanja težine nije akceleracija u pravcu, koja bi nas ubrzo odnijela preko obzora, nego kružno gibanje. Svatko tko se vozio na vrtuljku zna da brzo kružno gibanje uzrokuje snažne sile. Na tom principu rade i vrcaljke za med kojih se dobro sjećaju oni koji su proveli djetinjstvo na selu. Suvremeni oblik tog istog uređaja upotrebljava se danas u medicinskim istraživanjima za potrebe svemirskih programa i njime se čovjekova težina može povećati deset do dvadeset puta.

Mali laboratorijski primjerci mogu i više od toga. Ultracentrifuga tvrtke Beams koja se vrti nevjerojatnom brzinom od 1 500 000 okretaja u sekundi (ne minuti) uzrokuje sile veće od milijardu gravitacija. Tu smo u svakom pogledu nadmašili prirodu jer je

nevjerojatno da bilo gdje u svemiru postoje gravitacijska polja jača od nekoliko stotina tisuća zemaljskih gravitacija. (Kako li sam samo ovdje pogriješio? Vidi IX poglavlje.)

Nije dakle nimalo teško proizvesti umjetnu težinu i vjerojatno ćemo upravo to činiti na svemirskim brodovima i stanicama kad nam dodija beztežinsko stanje. Umjerena će vrtnja pružati osjećaj koji se neće razlikovati od gravitacije osim što će »gore« biti prema središtu vozila a ne od njega kao na Zemlji.

Gravitaciju prema tome možemo oponašati ali njome ne možemo ovladati. Prije svega, ne možemo je poništiti ili prekinuti njeno djelovanje. Prava levitacija (lebdenje) još uvijek je samo san. Jedini su načini da se vinemo u zrak lebdenje balonima ili let motornim letjelicama, zrakoplovima, helikopterima, raketama ili mlaznim zrakoplovima. Prvi način je ograničenih mogućnosti i zahtijeva velike količine skupih (helij) ili zapaljivih (vodik) plinova, a drugi je ne samo skup nego i pretjerano bučan i sletanje ponekad završava praskom. Ono što priželjkujemo jest zgodan, čist način, recimo električni ili atomski, da se gravitacija poništi okretom prekidača.

Usprkos spomenutoj sumnjičavosti fizičara, čini se da nema fundamentalnih zapreka za ostvarenje takvog uređaja ako se on ne protivi nekim utvrđenim zakonima prirode. Najvažniji je među njima princip sačuvanja energije koji kaže otprilike ovo: »Ne možete dobiti nešto iz ničega.«

Zahtjev za sačuvanje energije odmah isključuje privlačan i jednostavan »gravitacijski zaslon« što ga je opisao H. G. Wells u knjizi »Prvi ljudi na Mjesecu«. U tom najvećem od svih znanstveno-fantastičnih romana (koji očarava i nakon osam desetljeća) znanstvenik Cavor je proizveo tvar koja je neprozirna za gravitaciju kao što je metal neproziran za svjetlost ili izolator za elektricitet. Kugla obložena »cavoritom« mogla je, prema Wellsu, otploviti sa Zemlje sa svim svojim sadržajem. Otvaranjem i zatvaranjem poklopaca svemirski putnici mogli su upravljati vozilom u bilo kojem željenom smjeru.

Zamisao zvuči prihvatljivo, osobito nakon što ju je Wells usavršio, ali na žalost to ipak ne ide. Cavorit podrazumijeva fizikalno protuslovlje, poput onog u izrazu: »neodoljiva sila i nepomičan predmet«. Kada bi cavorit doista postojao mogao bi biti upotrijebljen kao neiscrpan izvor energije. Njime biste mogli podići težak uteg i pustiti zatim da uteg padajući pod utjecajem gravitacije obavlja rad. Taj bi se postupak mogao beskonačno ponavljati ostvarujući san svih vozača — pogonski stroj bez goriva. Svakome je, osim izumiteljima perpetuum mobilea, očito da je to nemoguće.

Dok pomisao na tako pojednostavljene gravitacijske zaslone moramo odbaciti, ideja o postojanju tvari negativne gravitacije, što bi padale prema gore umjesto prema dolje, nije nimalo besmislena. Zbog te zamišljene osobine, ne možemo očekivati da ćemo takve tvari naći na Zemlji jer ako postoje, one lebde među zvjezdanim prostorom izbjegavajući planete kao kugu.

Tvar s osobinom negativne gravitacije ne valja miješati s isto tako hipotetičnim pojmom »anti-materije« čije postojanje postuliraju neki fizičari. To je tvar sastavljena od osnovnih čestica obratnog rasporeda naboja nego u normalnoj tvari. Elektroni su tada zamijenjeni pozitronima itd. Takva bi tvar također padala prema dolje u normalnom gravitacijskom polju ali čim bi se dodirnula s normalnom materijom došlo bi do međusobnog poništavanja i oslobađanja velike količine energije znatno razornije od atomske bombe.

Rukovanje anti-gravitacijskom tvari ne bi bilo tako opasno ali ipak ne bi bilo jednostavno. Za njeno dopremanje na Zemlju bilo bi potrebno uložiti jednaku količinu energije koja se utroši kad se ista količina normalne tvari lansira sa Zemlje u svemir. Svemirski rudar s tovarom anti-gravitacijske tvari namučio bi se pri povratku kući. Zemlja bi ga odbijala svom silom i on bi se, prizemljujući, morao boriti za svaku stopu.

Tvari negativne gravitacije imale bi prema tome, čak i da postoje, vrlo ograničenu primjenu. Moglo bi ih se upotrijebiti kao građevni materijal pa bi zgrade građene od jednakih dijelova normalne i anti-gravitacijske tvari bile bez težine a njihova visina ne bi bila ničim ograničena. Jedini bi problem za arhitekte bio osiguranje takvih zgrada od jakog vjetra.

Možemo dopustiti i ideju o postupku kojim bi se normalne tvari mogle trajno »degravitizirati« slično kao što komad željeza pretvaramo u stalan magnet. (Manje je poznato da se mogu proizvesti električki jednolično nabijena tijela — »stalni elektreti«). Taj bi postupak zahtijevao velik utrošak energije jer bi degravitizacija energetski odgovarala potpunom udaljavanju tvari od Zemlje. Svaki će vam raketni inženjer reći da je, kad se radi o toni materijala, potreban jednak iznos energije kao za podizanje 7 000 tona na visinu od jednog kilometra. Tih 7 000 tona-kilometara energije cijena je beztežinskog stanja ili ulaznina za svemir. Tu nema popusta ni turističkog razreda. Možda ćete platiti više ali manje nikako.

Sve to pokazuje da je trajna degravitizacija manje vjerojatna od neutralizatora gravitacije, nazovimo ga »gravitator«. Bila bi to naprava opskrbljena energijom iz vanjskog izvora koja bi prekidala djelovanje gravitacije samo dok je uključena. Osim stvaranja beztežinskog stanja takve bi naprave imale još jednu značajnu i dragocjeniju primjenu a to je pogon. Naime, ako upravo neutraliziramo gravitaciju lebdjet ćemo nepomično tamo gdje se zateknemo ali ako je preneutraliziramo krenut ćemo jednoliko ubrzano prema gore. Prema tome, svaki oblik kontrole gravitacije ujedno bi mogao služiti kao pogonsko sredstvo što smo mogli i očekivati jer su gravitacija i akceleracija tako tijesno povezane. Bila bi to sasvim nova vrsta pogona i nije lako objasniti, na primjer, što bi ovdje predstavljalo oslonac potiska. Svaki pogonski uređaj mora imati neku točku otpora pa se čak i raketa, jedino poznato nam sred-

stvo koje daje potisak i u vakuumu, oslanja na svoje sagorjele plinove.

Izraz »Space Drive« (svemirski pogon) ili jednostavno »Drive« označava upravo takav nepostojeći ali poželjan pogonski uređaj. Uvriježeno je uvjerenje među piscima znanstvene fantastike, a sve je veći broj stručnjaka za svemirska istraživanja koji se s time slažu, da mora postojati sigurniji, tiši, jeftiniji i uopće pogodniji način da se dosegnu planete nego što je raketa. Količina energije pohranjena u tankovima za gorivo čudovišta što stoje na Cape Kennedyju može se mjeriti s prvom atomskom bombom a pouzdanost kontrole je svakako manja. Prije ili kasnije dogodit će se teža nesreća pa nam je novo pogonsko sredstvo potrebno ne samo za istraživanje Sunčevog sustava nego i da bi se zaštitila savezna država Florida.

Možda vam se čini preuranjenim da se razmatraju razne primjene uređaja koji je možda neostvariv, a svakako je izvan vidokruga današnje znanosti, no opće je pravilo da se za ozbiljne tehničke zahtjeve uvijek nalazi bilo izravno bilo zaobilazno rješenje. Zbog toga sam uvjeren da ćemo konačno doći do mogućnosti da se neutralizira gravitacija ili da se nadvlada grubom silom. U svakom slučaju, to će nam omogućiti i levitaciju i pogon ograničen jedino snagom raspoloživog izvora energije.

Ako anti-gravitacijski uređaji budu nespretni i skupi, njihova će upotreba biti ograničena na nepokretne pogone i velika vozila mnogo veća od današnjih. Čovječanstvo troši velik dio raspoložive energije na prijevoz velikih količina nafte, ugljena, rudače i drugih sirovina s jednog mjesta na drugo, količina koje se mjere stotinama milijuna tona godišnje. Mnoga svjetska nalazišta rudače neiskorištena su zbog nepristupačnosti. Jednog dana možda ćemo im prilaziti zrakom uz pomoć sporih anti-gravitacijskih teretnjaka natovarenih s nekoliko stotina tisuća tona odjednom.

Može se pretpostaviti i mogućnost prijevoza tereta i sirovina »gravitacijskim cjevovodima«, usmjere-

nim i fokusiranim poljima u kojima bi predmeti lebdjeli gibajući se poput željeza prema magnetu. Za naše potomke bit će možda sasvim običan prizor kada će njihova imovina lebdjeti s mjesta na mjesto bez vidljivog oslonca. Nadalje, gravitacijska i pogonska polja mogla bi biti upotrijebljena za nadzor i usmjeravanje vjetrova i oceanskih struja. Uspijemo li ikada po volji mijenjati vremenske prilike, bit će to pomoću nekog uređaja takve vrste.

Važnost ovladavanja gravitacijom za svemirska vozila, bilo da se radi o pogonu, bilo udobnosti putnika, ne treba posebno naglašavati. Ima, međutim, i drugih primjena u astronautici koje nisu tako očite. Jupiterova gravitacija, dva i pol puta veća od Zemljine, onemogućuje, kako sada stvari stoje, spuštanje ljudske posade na taj planet, najveći u Sunčevom sustavu. Uvjeti koji vladaju na njegovoj površini uopće su tako nepovoljni (izuzetno gusta, otrovna i turbulentna atmosfera npr.) da malo tko ozbiljno pomišlja na mogućnost našeg izravnog istraživanja Jupitera. Smatra se da ćemo tu zadaću uvijek morati povjeravati robotima.

Ja pak mislim da će uvijek biti slučajeva kada će čovjek morati priskočiti robotima u pomoć i da će se prije ili kasnije ukazati potreba da sami stupimo na Jupiter. Jednog ćemo dana možda poželjeti da tamo postavimo uporište sa stalnom posadom. Da bi se to moglo ostvariti potreban je nekakav uređaj za kontrolu gravitacije — osim ako ne uzgojimo posebnu rasu kolonizatora s tjelesnim odlikama gorila. (Više o istraživanju Jupitera u IX poglavlju).

Ako vam sve ovo izgleda daleko i fantastično, evo bližeg primjera. Radi se o jednom drugom planetu jake gravitacije što ga za pedesetak godina ljudi možda više neće moći posjetiti. Taj planet je naša vlastita Zemlja.

Bez kontrole gravitacije budući će svemirski putnici i kolonizatori možda biti osuđeni na vječno progonstvo. Čovjek koji je nekoliko godina proveo na Mjesecu, gdje je morao nositi samo šestinu svoje zemaljske težine, bio bi na Zemlji bespomoćni inva-

lid. Da ponovno prohoda bili bi mu potrebni mjeseci mukotrpne vježbe. Dok se djeca rođena na Mjesecu, a to će se vjerojatno događati već u slijedećem naraštaju, možda nikada neće ni moći prilagoditi. Lako je zamisliti do kakvog bi nezadovoljstva moglo dovesti takvo protjerivanje gravitacijom.

Da bismo to izbjegli potreban nam je lagan, prenosiv uređaj za kontrolu gravitacije, dovoljno malen da se može nositi poput naprtnjače ili pričvršćen oko pojasa. Takav bi uređaj postao stalan dio osobne opreme kao sat ili radio-primopredajnik, a služio bi za smanjivanje težine ili kao pogonsko sredstvo.

Ako se slažete da je kontrola gravitacije uopće moguća, ne biste trebali sumnjati u mogućnost takvog daljeg usavršavanja. Minijaturizacija je svakodnevno čudo ovoga doba, a uz napredak nam ponekad donosi i nove brige. Prva termonuklearna bomba bila je velika kao kuća; današnje bojne glave su veličine košare za otpatke, a svaka takva košara za otpatke sadrži dovoljno energije da se prekooceanski brod »Queen Elizabeth« otpremi na Mars. Ta opće poznata činjenica suvremenog naoružanja daleko nadmašuje po fantastičnosti mogućnost osobnog sredstva za kontrolu gravitacije.

Dovoljno jeftin za široku potrošnju, takav bi gravitator za pojedinca bio jedan od najrevolucionarnijih pronalazaka svih vremena. Poput ptica i riba izbjegli bismo tada tiraniju gravitacije i stekli slobodu treće dimenzije. Nitko u gradovima ne bi više upotrebljavao dizala jer bi mogao ući kroz bilo koji prozor. Neslućena pokretljivost bez napora zahtijevala bi prilagođavanje sasvim novom načinu života, sličnom ptičjem. Do vremena kada to ostvarimo mnogi filmovi o astronautima u orbiti približit će nam pojam beztežinskog stanja i potaknuti želju da ga i sami iskusimo. Gravitator će u planinskim predjelima možda odigrati istu ulogu koju je akvalang imao u osvajanju morskog dna. To neće biti osobito drago Šerpasima i alpskim vodičima ali napredak je neumoljiv. Prije ili kasnije turisti će lebdjeti po cijelom području Himalaje, a na vrhu Everesta bit će

gužva kao na morskom dnu u blizini Cannesa ili obala Floride.

Ne uspijemo li ostvariti takvo pojedinačno lebdenje, možda ćemo ipak moći graditi mala vozila koja će se polako i tiho kretati nebom. Za generaciju koja nam je prethodila već je i sama zamisao o lebdenju prostorom bila puka maštarija dok se nije pojavio helikopter. Sada kada pokusne lebdjelice plove na zračnom jastuku, u svim smjerovima možemo po volji tumarati površinom Zemlje sa slobodom kretanja što nam je ni automobil niti zrakoplov nisu nikada mogli pružiti. Teško je pretpostaviti kamo će nas konačno dovesti ta sloboda ali eto što ja mislim o tome: kada jednom ovladamo gravitacijom možda će se i naši domovi vinuti u zrak. Kuće više neće biti vezane za jedno mjesto. Bit će kudikamo pokretljivije od današnjih stambenih prikolica i moći će se seliti kopnom i morem, s kontinenta na kontinent. Moći ćemo birati klimu seleći se za Suncem ili u planine ako se želimo baviti zimskim sportovima. U početku su ljudi bili nomadi; možda će to na kraju opet postati samo na mnogo višoj tehničkoj razini. Potpuno pokretna kuća zahtijevala bi osim za sada nepostojećeg pogonskog sustava i izvor energije, mogućnosti komunikacije i ostala pomagala koja su također izvan vidokruga današnje tehnologije. No, ono što ne možemo danas moći ćemo sutra.

Bio bi to kraj gradova kojima ionako prijeti propast i zbog drugih razloga. To bi također značilo kraj svake geografske i regionalne povezanosti bar u obliku koji nam je poznat danas. Čovjek će se možda pretvoriti u zemaljsku lutalicu, u Cigana koji čergom na nuklearni pogon putuje pustinjom neba od oaze do oaze.

Ipak, on se ni tada neće osjećati kao izbjeglica bez vlastitog doma. Svijet koji je moguće obići za devedeset minuta nikad više neće biti ono što je bio za naše pretke. Oni koji dolaze za nama pravu će samoću naći jedino negdje među zvijezdama. Gdje god bili na ovoj maloj Zemlji, oni će se osjećati kao kod kuće.

VI poglavlje

SVE BRŽE

Naše se doba često naziva dobom brzine, a u ovom je slučaju taj popularni naziv potpuno prikladan. Nikad se prije brzina prijevoza nije povećavala tako vrtoglavo i to se možda neće nikad ponoviti.

Obje te tvrdnje bit će očite načinimo li tablicu koja pokazuje sva moguća područja brzina, poredana po veličini, i godinu kad je pojedino područje dostignuto. Rezultat će vas začuditi:

područje	*brzine (km/h)*	*godina*
		oko 1 000 000
1	1 — 15	pr. n. e.
2	15 — 150	isto
3	150 — 1 500	1880.
4	1 500 — 15 000	1950.
5	15 000 — 150 000	1960.
6	150 000 — 1 500 000	
7	1 500 000 — 15 000 000	
8	15 000 000 — 150 000 000	
9	150 000 000 — 1 500 000 000	

Nakon što smo čitavu prapovijest i dio povijesti proveli u prva dva područja, prešli smo treće u jednom naraštaju. (Nije mi poznat točan datum kad

je lokomotiva prvi put postigla 150 km/h, ali to je vjerojatno bilo negdje oko 1880. Empire State Express postigao je 185 km/h 1893.) Još je nevjerojatnije da smo četvrto područje savladali u jednom desetljeću; razdoblje od 1950. do 1960. (uz točnost koja nas ovdje zadovoljava) pokriva velik skok od nadzvučnog leta u atmosferi do orbitalnog leta izvan atmosfere.

Ovo je, dakako, posljedica napretka raketne tehnike čime je izazvano ono što bi matematičari nazvali diskontinuitetom u krivulji brzine. Ne možemo očekivati da ćemo i dalje tako napredovati. To bi, naime, podrazumijevalo postizanje 150 000 km/h prije 1970, što nismo ostvarili. Još je manje vjerojatan rezultat koji bismo dobili daljom ekstrapolacijom — da ćemo doseći deveto područje i konačnu granicu brzine u svemiru prije 2010. godine.

Posljednja je brojka u tabeli, naime, imaginarna; za deveto područje zapravo bi trebalo stajati 150 000 000 — 1 080 000 000 km/h. Nemoguće je postići brzinu čiji bi iznos bio veći od ove posljednje brojke; to je brzina svjetlosti.

Zanemarimo sada pitanje zašto je to granica brzina i možemo li je pomaknuti, pa obratimo pažnju na područja nižih brzina. Područja od 1 do 4 pokrivaju čitav raspon brzina potrebnih za zemaljske svrhe. Zapravo, mnogi od nas bili bi zadovoljni ako ostanu u trećem području i smatraju da današnji putnički zrakoplovi veće lete dovoljno brzo.

Ultra-brz promet, pri nekoliko tisuća km/h obavljat će se raketama, no one će vjerojatno biti neekonomične dok god ih budu pokretala kemijska goriva. Premda sada možemo postići da čovjek obiđe Zemlju za 90 minuta, za to je potrebno utrošiti stotine tona goriva. Niti uz znatan razvoj raketne tehnike ta se brojka neće moći smanjiti ispod deset tona po putniku. To je otprilike dvadeset puta više od impresivne količine od pola tone benzina po putniku što je veliki mlažnjak potroši tokom dužeg leta. (Raketa mora, dakako, nositi i kisik što je cijena koju mora platiti jer putuje izvan atmosfere.)

Nastojanja da se konstruira takozvani astroplov (Space Shuttle) koji će moći ponijeti desetak putnika u orbitu mogla bi dovesti do komercijalnog raketnog prijevoza, doduše uz vrlo visoku cijenu. Ako vam ovo izgleda nevjerojatno, prisjetite se da je u doba prvih letova mlažnjaka većina ljudi smatrala da su oni pogodni jedino za vojnu upotrebu na kratkim udaljenostima. Pa ipak, tokom dvadeset godina oni su ovladali zračnim prometom svijeta i saželi naš planet na polovicu prethodne veličine.

Dva su smjera razvoja koja mogu omogućiti ekonomičnost prijevoza vrlo velikim brzinama. Prvi je jeftin, siguran i čist nuklearni pogonski sustav što bi znatno smanjilo opterećenje pogonskim gorivom. Takav je sustav za sada daleko izvan vidokruga jer se ne bi mogao temeljiti na fisiji, a to je jedini način kojim sada raspolažemo za oslobađanje energije atoma. Premda moje mišljenje može izgledati konzervativno, smatram da ne bi trebalo dozvoliti da zrakom lete strojevi pokretani uranom i plutonijem. Zrakoplovi će se (to je smjelo proroštvo) uvijek rušiti. Već je dovoljno strašno kada vas polije gorući benzin no takve su nesreće barem lokalne i kratkotrajne što se ne bi moglo reći za zagađenje radioaktivnim materijalom.

U zračnom prometu mogli bi se upotrebljavati jedino takvi nuklearni strojevi u kojima pogonsko sredstvo nije radioaktivno. Za sada ne znamo napraviti takve uređaje, no možda ćemo moći kada ostvarimo kontroliranu termonuklearnu reakciju. Tada ćemo s nekoliko kilograma litija i teškog vodika kao gorivom moći prevoziti veće korisne terete oko svijeta orbitalnom brzinom — sve do 30 000 km/h.

Bilo je prijedloga (a to je također jedna od onih zamisli koje predobro izgledaju da bi bile ostvarive) da se konstruira zrakoplov koji bi neograničeno vrijeme mogao provesti u višim slojevima atmosfere koristeći jedino raspoložive prirodne izvore energije. S tim su izvorima već izvršeni mnogobrojni zanimljivi pokusi. Ako se na određenoj visini iz rakete ispuste natrijeve pare, pokrene se reakcija iz-

među iona koji leže u graničnim slojevima atmosfere. Posljedica je vidljivo tinjanje neba koje se može protezati kilometrima. To je Sunčeva energija što su je atomi sakupili tokom dana oslobađajući je na odgovarajući poticaj.

Na žalost, premda je ukupna količina energije pohranjene u višim slojevima atmosfere vrlo velika, ona je vrlo razrijeđena. Da bi se ta energija iskoristila bilo bi potrebno sakupiti i preraditi golemi volumen razrijeđenog plina. Bez potrošnje vlastite energije takva bi letjelica mogla neprekidno ostati u zraku jedino ako bi ostvareni potisak bio dovoljan da pogonskom uređaju osigura potrebnu količinu razrijeđenog zraka. To se za sada čini neostvarivim jer bi otpor usisnih lijevaka za zrak bio mnogo veći od očekivanog potiska, no ovu zamisao ipak ne treba posve odbaciti. Prije nekoliko desetljeća nismo ni znali za postojanje takvih izvora energije. Postoje možda i snažniji izvori što ćemo ih tek otkriti.

Napokon, sama zamisao nije u biti besmislena. Tisuće godina smo jedrili morima na brodovima bez goriva koristeći besplatnu energiju vjetrova, a i ta energija dolazi konačno od Sunca.

Međutim, čak i kada bismo imali besplatnog goriva u neograničenim količinama, kod vrlo visokih brzina naišli bismo na nove prepreke. Cirkuski artisti mogu podnijeti ispaljivanje iz topa, no putnici koji plaćaju bili bi nezadovoljni velikim ubrzanjem — a ono je neizbježno ako želimo postići doista velike brzine.

Već danas polijetanje mlažnjaka prikiva putnika za sjedalo premda se radi o ubrzanju koje je mnogo manje od gravitacije, a konačno postignuta brzina umjerena je u usporedbi s onima o kojima sada govorimo.

Pogledajmo nekoliko brojeva. Ubrzanje od *1 g* znači da se svake sekunde brzina povećava za 35,3 km/h. Uz takvo ubrzanje bilo bi potrebno gotovo 14 minuta da se postigne orbitirajuća brzina (30 000 km/h), a tokom čitavog tog vremena svaki bi putnik imao

osjećaj da mu još jedan čovjek sjedi u krilu. Zatim bi (na najdužem mogućem letu, a to je pola opsega Zemlje) slijedilo 20 minuta beztežinskog leta što bi vjerojatno bilo još neugodnije. Nakon toga još 14 minuta *1 g* razdoblja dok se brzina ne svede na nulu. Takvo bi putovanje čitavim svojim tokom bilo neprijatno, a u beztežinskom se razdoblju ne bi mogle upotrijebiti čak ni uobičajene papirnate vrećice. Ne bi bilo pretjerano reći da bi tokom satelitskog prijevoza oko svijeta nužnik bio polovicu vremena nedohvatljiv, a drugu polovicu neupotrebljiv.

Bliska satelitska putanja predstavlja prirodno ograničenje brzine za putovanja oko Zemlje. Dovedeno u tu putanju, tijelo kruži bez napora brzinom od 30 000 km/h, pri čemu obiđe Zemlju za 90 minuta. Pokušamo li putovati još brže, nailazimo na novi niz problema. Svatko je iskusio »centrifugalnu silu« koja se javlja kod naglog zakretanja u automobilu ili zrakoplovu. Upotrijebio sam navodnike jer ono što pri tome osjećate zapravo uopće nije sila, nego prirodno opiranje vašeg tijela kojemu je uskraćeno neotuđivo pravo da se nastavi gibati pravocrtno jednoličnom brzinom. Opaža se jedino sila kojom ga sjedalo vašeg vozila sprečava u tome. Leteći oko svijeta ili tokom bilo kakvog kretanja Zemljinom površinom, vi putujete krugom polumjera 6 000 km. Pri normalnim brzinama ne opažate zanemarivu dodatnu silu potrebnu da vas zadrži na tlu; vaša se težina sama brine za to. Pri 30 000 km na sat, međutim, ta prema dolje usmjerena sila bila bi upravo jednaka vašoj težini. To je, dakako, uvjet za orbitalni let a Zemljino privlačenje upravo je dovoljno da zadrži tijelo koje oko nje kruži tom brzinom.

Putujete li *brže* od 30 000 km/h, potrebna vam je dodatna sila da biste se zadržali u kružnoj putanji; sama Zemlja to ne može. Javlja se dakle situacija — što bi je pioniri zrakoplovstva teško mogli zamisliti dok su se pokušavali dići s tla — kada je letećem stroju potreban potisak prema dolje da bi se zadržao na istoj visini. Bez te bi dodatne sile odletio u svemir kao kamen iz praćke.

U slučaju vozila koje kruži oko Zemlje brzinom od 40 000 km/h dodatna sila potrebna da ga održi u orbiti iznosi otprilike 1 g. To bi se moglo postići pomoću raketa koje bi potiskivale letjelicu u smjeru središta Zemlje s ubrzanjem 1 g. Ona se, međutim, ne bi približavala, i jedina razlika u usporedbi s normalnim satelitom u orbiti bila bi u brzini — jedan sat umjesto 90 minuta — a osim toga putnici više ne bi bili bez težine. Oni bi zapravo imali svoju normalnu težinu, no njezin bi smjer bio obrnut. »Dolje« bi bilo prema zvijezdama, a Zemlja bi visila iznad ornih astronauta okrećući se oko svoje osi svakih 60 minuta.

Pri većim brzinama trebalo bi primijeniti još veće sile kako bi se vozilo održalo u svojoj umjetnoj orbiti. Premda bi takvi pothvati bili bez praktične koristi te bi zahtijevali utrošak znatnih količina energije, čovjekova sklonost prema rušenju rekorda vjerojatno će dovesti do ultra-brzog kruženja oko globusa čim to postane tehnički ostvarivo. Zanimljivo je izračunati ubrzanja i ophodna vremena takvog leta pri različitim brzinama:

Brzina (km/h)	*Ophodno vrijeme (minute)*	*Faktor povećanja težine putnika*
30 000	90	0
41 000	60	1
51 000	48	2
60 000	42	3
66 000	37	4
73 000	34	5
99 000	25	10
165 000	15	30

Putovanje oko svijeta za manje od 30 minuta bit će prema tome mučan i skupi pothvat. Da bi se to učinilo u 15 minuta trebalo bi izdržati 30 gravitacija. To bi se moglo ostvariti tako da putnik — kojemu ionako ne bi bilo do aktivnog sudjelovanja u zbivanju — bude potpuno uronjen u vodu. Smatram,

međutim, da bi takav pothvat bio već izvan granica razumnog. Bilo bi beskorisno obrtati se vrtoglavo oko astronomske glavice pribadače kakva je Zemlja. Iako će ljudi putovati oko svijeta posve udobno za 80 minuta nikada im to neće uspjeti za 8 minuta bilo kojim danas poznatim pogonskim sredstvom. Kada kažem »danas poznatim« onda to nije samo oprezno ograđivanje. Smatram da ćemo jednog dana raspolagati pogonskim sustavima potpuno različitim od onih koje smo poznavali u prošlosti. Sva poznata vozila bez iznimke ubrzavaju putnike gurajući ih, što oni osjećaju posredstvom svojih džonova ili stražnjim dijelom hlača. To je jednako točno kada se radi o volovskoj zaprezi, biciklu, automobilu ili raketi. Da to ne mora uvijek biti točno, dokazuje neobično ponašanje gravitacijskih polja.

Kada slobodno padate pod utjecajem Zemljine gravitacije, vaša se brzina svake sekunde povećava za 35,3 km/h, ali pri tom vi *ne osjećate ništa.* To vrijedi bez obzira na jakost gravitacijskog polja; ako biste padali prema Jupiteru, ubrzavali bi 100 km/h svake sekunde jer je Jupiterova gravitacija gotovo 3 puta veća od Zemljine. U blizini Sunca vi biste svake sekunde povećavali brzinu za 1 000 km/h pa ipak ne biste osjećali djelovanje nikakve sile. Postoje zvijezde — bijeli patuljci — s gravitacijskim poljima 1000 puta jačim od Jupitera. U blizini takve zvijezde vaša bi brzina rasla za 150 000 km/h svake sekunde bez najmanje neudobnosti — dakako, do trenutka kad biste se htjeli izvući.

Ubrzavani gravitacijskim poljem bilo koje jačine ne biste osjećali fizički napor jer ono djeluje istovremeno na svaki atom vašeg tijela. Tada ne bi bilo pritiska koji se prenosi na vas sa sjedala ili poda vozila.

Svakako ste već uočili kamo to vodi. Postignemo li ikada kontrolu nad gravitacijskim poljima, o čemu sam govorio u prethodnom poglavlju, to će nam pružiti znatno više od lebdenja među oblacima. Moći ćemo ubrzavati u bilo kojem smjeru brzinama og-

raničenim jedino raspoloživom snagom, ne osjećajući mehaničko naprezanje niti silu. Takav bi se pogon mogao nazvati »bezinercijskim« — izraz što sam ga posudio (kao i mnoge druge) od veterana — pisca znanstvene fantastike dr E. E. Smitha, premda ga je on upotrebljavao u drukčijem značenju.

Koristeći takav pogon, naša bi vozila mogla stati i krenuti gotovo trenutačno. Ona bi, što je možda još važnije, bila gotovo potpuno sigurna. Zaštićena svojim umjetnim gravitacijskim poljima, mogla bi se sudarati brzinom od nekoliko stotina kilometara na sat ugrožavajući jedino živce putnika. Mogla bi zakretati pod pravim kutom, a ljudi bi, prespori da njima upravljaju, putovali sigurno i udobno. Moglo bi se postići da, bez obzira na stvarno ubrzanje vozila, na putnike djeluje upravo sila od 1 g pa bi oni uvijek osjećali svoju normalnu težinu.

Dok se ovdje na Zemlji sasvim dobro snalazimo i bez tako složenih pogonskih sustava, oni će se konačno pojaviti kao nusproizvod istraživanja svemira. Raketa, a to moramo priznati, nije praktično sredstvo za putovanje, s čime će se složiti svatko tko se ikada zatekao nedaleko od pokusne raketne rampe. Morali bismo potražiti nešto tiše, čišće i pouzdanije i nešto što će nam omogućiti da uđemo u ona do sada nedostižna područja brzina, 6, 7, 8 i konačno 9.

U dalekoj perspektivi — a sada ću zaviriti u stoljećima daleku budućnost — iskoristit ćemo i odbaciti sva vozila što smo ih upotrebljavali tokom našeg uspona uz spektar brzina. Doći će vrijeme kada će interkontinentalni balistički projektil izgledati jednako spor kao asirska borna kola. Tri tisuće godina što ih dijeli samo je trenutak u čitavom toku povijesti, prošlosti i budućnosti, a većim dijelom tog vremena ljude će zanimati jedino dva oprečna kraja spektra brzina. Uvijek će ih, nadam se, zadovoljavati da tumaraju svijetom brzinom od tri do četiri kilometra na sat, upijajući njegovu ljepotu i tajanstvenost. Ali kad ne budu šetali bit će u žurbi, a onda će ih zadovoljiti jedino onih konačnih 1080 000 000 km/h.

Čak bi i ta brzina bila potpuno nepodesna za savladavanje međuzvjezdanog prostora, no kada se radi o Zemlji to bi značilo trenutačni prijevoz. Svjetlosni val mogao bi obići Globus u sedmini sekunde; pogledajmo sada mogu li se ljudi nadati da će ikada postići isto.

VII poglavlje

SVIJET BEZ UDALJENOSTI

Zamisao o trenutačnom prijevozu — teleportaciji — vrlo je stara i utjelovljena je u mnogim istočnjačkim vjerama. Ovog časa sigurno žive milijuni ljudi koji vjeruju da su to već postigli joge i ostali upućeni, pukom snagom volje. Tko god je vidio prizor hoda po žeravici, a ja jesam*, mora priznati da duh ima gotovo nevjerojatnu moć nad materijom, ali u ovom slučaju molim vas da budete skeptični.

Jedan od najboljih dokaza o nemogućnosti duhovne teleportacije iznijet je, koje li ironije, u romanu što opisuje društvo koje se na njoj temelji. »The Stars My Destination« (»Zvijezde moj cilj«) Alfreda Bestera navode zanimljivu zamisao da se čovjek kojemu prijeti iznenadna smrt nesvjesno i bez utjecaja vlastite volje može teleportacijom prenijeti na sigurno. Činjenica da nema vjerodostojnog izvještaja o takvom događaju, usprkos milijunima mogućnosti za kušnju što se nude svake godine, naizgled je dovoljan argument za tvrdnju da je to nemoguće.

Umjesto sa stanovišta potpuno nepoznatih i hipotetičnih duhovnih sila, razmotrimo teleportaciju u svjetlu poznate i predvidive znanosti. Čini se da jedini pristup problemu pruža elektronika. Naučili smo odašiljati zvukove i slike oko svijeta brzinom svjet-

* Vidi XVII poglavlje

losti pa zašto ne bismo i čvrste predmete — čak i ljude?

Važno je uočiti da prethodna rečenica sadrži jednu bitno netočnu tvrdnju, premda mislim da će je tek rijetki zapaziti. Ni radijem, ni televizijom, a niti bilo kojim drugim sredstvom, zapravo ne odašiljemo zvukove i slike. Oni ostaju tamo gdje su nastali i nestaju u djeliću sekunde. Ono što mi šaljemo je informacija — opis ili nacrt u obliku električnih valova — iz koje se mogu ponovo stvoriti izvorni prizori i zvukovi.

Što se tiče zvuka, problem je relativno jednostavan i može se danas smatrati riješenim jer je uz doista dobru opremu nemoguće razlikovati kopiju od originala. Zadaća je jednostavna (s dužnim isprikama naraštajima znanstvenika i zvučnih tehničara koji su se oko toga propisno namučili) jer je zvuk jednodimenzionalan. To znači da se svaki zvuk, pa i najsloženiji, može predstaviti kao veličina koja u bilo kojem trenutku ima samo jednu vrijednost.

Promislimo li bolje, zaista je nevjerojatno da se Wagnerovi ili Berliozovi obilni izvori zvuka mogu pohraniti na jednu jedinu krivudavu brazdu urezanu na plastičnoj ploči. To je ipak tako, jedino izbočine na zidovima te brazde moraju biti dovoljno sitne. Budući da ljudsko uho ne čuje zvukove čije su frekvencije iznad 20.000 titraja u sekundi, to postavlja granicu detaljnosti što je zvučni kanal mora bilježiti — ili širinu frekventnog pojasa da upotrijebimo tehnički izraz.

Što se tiče vida, stvar je mnogo složenija jer se radi o dvodimenzionalnoj slici građenoj od svjetla i sjene. Dok u jednom određenom trenutku zvuk ima samo jednu razinu glasnoće, prizor pokazuje tisuće sjajnih varijacija. Želimo li prenijeti sliku, moramo se pozabaviti sa svim tim.

Izumitelji televizije riješili su taj problem rastavljanjem na male djeliće umjesto da ga promatraju u cijelosti. U TV-kameri svaka se pojedina slika raščlanjuje na oko četvrt milijuna elemenata, slično kao što se fotografija reproducira u novinama po-

moću rastera. Kamera zapravo izvodi nevjerojatan postupak procjenjivanja ili razvrstavanja jačine svjetla preko cijelog prizora i prenosi podatke prijemnom dijelu uređaja koji dobivene podatke zatim pretvara u odgovarajuće stupnjeve sjaja na ekranu katodne cijevi. U svakom pojedinom trenutku TV-sistem prenosi sliku jedne jedine točke, no kako u dijelu sekunde na ekranu bljesne četvrt milijuna takvih točaka, dobivamo iluziju potpunog prizora. Čitav se postupak ponavlja trideset puta u sekundi (dvadeset i pet puta u zemljama s frekvencijom električne mreže 50 Hz), pa je slika stalna i pokretna.

U jednoj sekundi TV-kanalom prođe gotovo astronomska količina podataka o svjetlu i sjeni. Trideset puta četvrt milijuna znači, 7,500.000 odijeljenih signala u sekundi; u praksi širina pojasa od 4,000.000 titraja u sekundi daje zadovoljavajući ali nikako sjajan standard što ga pružaju naši kućni TV-prijemnici. Ako vam se to čini dobrim pokušajte usporediti sliku na svom ekranu s dobrom fotografijom.

Prepustimo se sada tehnološkom sanjarenju slijedeći mnoge pisce znanstvene fantastike (mogli bismo možda početi s Conanom Doylom; to je jedna od njegovih manje poznatih pripovijetki o profesoru Chalengeru. »The Disintegration Machine« — »Stroj za razaranje« — objavljenu dvadesetih godina). Zamislite takav rendgenski uređaj koji svojim snopom može snimiti čvrst predmet, atom za atomom, kao što TV-kamera snima prizor u studiju. Taj bi uređaj proizvodio niz električnih impulsa koji bi govorili: ovdje je atom ugljika, ovdje, milijarditi dio centimetra udesno, nema ništa, nakon daljeg milijarditog dijela centimetra dolazi atom kisika — itd., sve dok čitav predmet ne bi bio jednoznačno i jasno opisan. Dopustimo li mogućnost postojanja takvog uređaja, čini se da ne bi bilo mnogo teže obrnuti postupak i sagraditi na temelju primljenih podataka dvojnika izvornog predmeta, identičnog u svakom pogledu. Takav bismo sustav mogli nazvati »odašiljačem materije«, no taj bi izraz bio pogrešan. On ne bi prenosio materiju kao što ni TV-stanica ne prenosi

svjetlo; prenosio bi podatke pomoću kojih bi se raspoloživa neorganizirana materija u prijemniku mogla dovesti u željeni oblik. Pa ipak bi konačan rezultat bio trenutačan prijenos ili u najmanju ruku prijenos brzinom radio-valova koji svijet obiđu u jednoj sedmini sekunde.

Praktične su teškoće, međutim, tako velike da čitava ideja izgleda besmisleno čim se one spomenu. Dovoljno je usporediti: razlika između dvodimenzionalne slike sa slabim razlučivanjem pojedinosti i krutog tijela s beskonačnim bogatstvom i složenošću mikroskopskih detalja do posljednjeg atoma je golema. Može li se bilo kakvim opisom premostiti razlika između fotografije čovjeka i čovjeka samog? Da upozorimo na prirodu toga problema, pretpostavimo da od vas netko zatraži da načinite točan duplikat New Yorka do posljednje opeke, prozorskog stakla, rubnog kamena na pločniku, kvake, plinske cijevi, vodovodne slavine i električne žice. Ovo posljednje je osobito važno jer osim što bi dvojnik grada morao biti savršen u svakom fizičkom detalju i njegovi bi brojni strujni i telefonski krugovi morali prenositi jednake struje kakve su bile u originalu u trenutku reprodukcije. Očito je da bi već za sam posao oko sakupljanja podataka potrebnih za opis grada, tj. za snimanje, bila potrebna vojska arhitekata i graditelja. Kada bi taj posao bio dovršen, grad bi se u međuvremenu već toliko promijenio da bi trebalo početi ispočetka tako da snimanje nikada ne bi moglo biti privedeno kraju.

Ljudsko je pak biće milijun, a možda i milijun milijuna puta složenije od tako jednostavne tvorevine kao što je grad New York (zanemarit ćemo ovog trenutka bitnu razliku da je jedan od predmeta živ, osjećajan stvor a drugi nije) pa možemo prema tome pretpostaviti da bi postupak kopiranja trajao mnogo duže. Ako bi za snimanje New Yorka bilo potrebno godinu dana, što je krajnje optimistična pretpostavka, onda bi isti taj postupak primijenjen na jedno ljudsko biće trajao koliko i sjaj zvijezda.

Prijenos dobivenih podataka bilo kakvim komunikacijskim kanalom trajao bi još jedanput toliko.

U to se možemo uvjeriti ako se malo pozabavimo brojevima. U ljudsko tijelo je ugrađeno, grubo procijenjeno, $5 \cdot 10^{27}$ atoma, a televizijska se slika dijeli na 250.000 elemenata. TV-kanal prenese sve te podatke u 1/30 sekunde; jednostavan račun pokazuje da bi bilo potrebno $2 \cdot 10^{13}$ ili 20,,,000,,000,000.000 godina da se kanalom jednakog kapaciteta prenese »slika materije« s jednog mjesta na drugo. Brže bi bilo poći pješice.

Iako je ova analiza djetinje naivna (svaki stručnjak za komunikacije mogao bi zamisliti više načina koji bi ovaj broj skratili za 5 do 6 nula) ona upozorava na ozbiljnost problema i nemogućnost njegova rješavanja tehnologijom što si je danas možemo predočiti. To ne dokazuje da to nikada neće biti postignuto, nego samo da je daleko izvan dosega današnje znanosti. Kada bismo to pokušali ostvariti, bilo bi to kao da je Leonardo da Vinci nastojao konstruirati isključivo mehanički (tj. ne električki) televizijski sustav.

Ovu blisku analogiju vrijedi razviti i dalje. Kako bi se Leonardo bio uhvatio ukoštac s problemom prenošenja visoko razlučive slike (350.000 elemenata) s jednog mjesta na drugo?

Začudit će vas da je on to mogao učiniti, premda bi to bio besmislen i mučan posao. Evo kako je on mogao postupiti:

Velika leća projicirala bi sliku koju treba prenijeti na bijeli ekran u zamračenoj prostoriji (camera obscura, koja čini upravo to, bila je poznata Leonardu koji ju je opisao u svojim bilješkama), preko slike bila bi položena pravokutna rešetka ili sito s pet stotina žica u jednom smjeru pa bi slika bila podijeljena na 250.000 odvojenih elemenata. Svaka bi žica imala svoj broj te bi par troznamenkastih koordinata kao npr. 123,456 označavao svaku točku polja.

Zatim bi bilo potrebno da jedna oštrooka osoba ispita element za elementom i kaže »da« ili »ne«

prema tome je li element osvijetljen. Nalik ovom postupku bilo bi pregledavanje novinske fotografije povećalom.) Ako bi 0 označavalo tamno, a 1 svijetlo polje, čitava bi slika mogla biti opisana nizovima od po 7 brojeva. 1,111,111 značilo bi da je element u lijevom uglu osvijetljen; 0,500,500 da je onaj u desnom donjem uglu taman.

Sada bi se Leonardo susreo s problemom prijenosa niza od 250.000 sedmeroznamenkastih brojeva do udaljene točke. To se moglo ostvariti na više načina — semaforima, bljeskovima svjetla itd. Na prijemnom dijelu slika je mogla biti sastavljena stavljanjem crnih točaka na odgovarajuća mjesta u bijeloj rešetki formata 500 × 500 ili pomoću četvrt milijuna sićušnih zatvarača što bi se otvarali i zatvarali ispred bijelog zastora ili pak na tuce drugih načina.

Koliko bi vremena bilo za to potrebno? Usko bi grlo vjerojatno bio semafor. Leonardo bi mogao biti sretan ako bi uspio odaslati jednu brojku u sekundi, a ukupno bi ih morao prenijeti 1,750.000. Prenošenje jedne slike trajalo bi dakle oko 20 dana, a zahtijevalo bi nevjerojatan trud i napor očiju.

Uz cijenu mehaničkih poteškoća, Leonardo bi mogao skratiti potrebno vrijeme ako bi na prenošenju podataka radilo više ljudi istovremeno, no ubrzo bi dostigao točku kada povećanje broja ljudi ne bi više koristilo. Dvadeset operatera koji bi pregledavali sliku i odašiljali svoje podatke odvojenim semaforima svakako bi se međusobno ometali, a da obave zadatak bio bi im potreban još uvijek čitav dan. Da se to može izvesti u tridesetinki sekunde smatrao bi Leonardo, vjerojatno najdalekovidniji čovjek što je ikada živio, potpunom i nesumnjivom nemogućnošću. Pa ipak, pet stotina godina nakon njegova rođenja, zahvaljujući elektronici to se događa u mnogim domovima civiliziranog svijeta.

Možda postoje tehnologije koje su jednako toliko daleko od elektronike kao što ona nadvisuje nespretne srednjovjekovne naprave. U sklopu takvih tehnologija, čak će i snimanje, prijenos i rekonstruk-

cija tako složenog predmeta kao što je ljudsko biće možda biti mogući — i to u prihvatljivom vremenu, recimo nekoliko minuta. Pa ipak to ne znači da ćemo ikada moći odaslati živog čovjeka s njegovim mislima, sjećanjima i jedinstvenim osjećajem identiteta radio-valovima ili nekim sličnim putem. Čovjek je, naime, više od zbroja atoma; on usto predstavlja nezamislivo velik broj energetskih stanja i posebnih konfiguracija u kojima se atomi mogu zateći u datom trenutku. Suvremena fizika (napose Heisenbergove relacije neodređenosti) drži da je u osnovi nemoguće odrediti sva stanja i konfiguracije s potpunom točnošću pa je zapravo čitava predodžba besmislena. Poput otisnute kopije, duplikat bi nužno bio donekle nejasan po samoj prirodi stvari. Ta bi nejasnoća mogla biti gotovo neprimjetna (poput šuma na visokokvalitetnoj zvučnoj snimci) ali bi mogla biti i takva da kopija postane neprepoznatljiva — poput novinskog klišeja upotrebljavanog prečesto. Molim da na to obrate pažnju producenti filmova strave i užasa. Neću se ispričavati zbog krajnje mehanicističkog pristupa u ovoj raspravi; tehnički problemi nam već i sami zadaju dosta muke pa nije potrebno da unosimo još i tako maglovite stvari kao što su duša i duh. Moglo bi se prigovoriti da čak niti kada bi uspjeli reproducirati čovjeka do posljednjeg atoma rezultat ne bi bio živi stvor — ili ako bi to bio da to ne bi bio stvor od kojeg smo počeli. Pritom bi takva reprodukcija bila minimalni zahtjev; da bismo na tom području postigli nešto više morat ćemo savladati osnovno.

Postoji i filozofsko gledište koje ne mogu zaobići, a koje vam se nesumnjivo već nametnulo. Ako je ovaj način prijenosa uopće moguć on bi imao neke užasavajuće posljedice.

Odašiljač materije ne mora biti samo odašiljač; on može poslužiti i za umnožavanje, čime bi se moglo dobiti bilo koji broj kopija jednakih originalu. Bilo bi toliko kopija koliko ima prijemnih uređaja ili bi se signal mogao snimiti i po volji reproducirati pomoću istog prijemnika. S tim u vezi upozorio bih

da je cijena sirovina od kojih je sazdano ljudsko tijelo svega nekoliko dolara.

Jednog će se dana svi proizvodni procesi temeljiti na toj zamisli, što će se sigurno moći ostvariti s jednostavnim neživim predmetima pa čak i sa složenim anorganskim materijalima. Ne protivimo se tisućama jednakih pepeljera, šalica za čaj, ili automobila, ali našli bismo se u strašnoj zbrci ako bi se društvo moralo suočiti sa stotinama ljudi od kojih bi svaki — istinito — tvrdio da je jedna te ista osoba. Već dvije ili tri kopije važnog državnika mogle bi izazvati kaos, a mogućnosti su za zločin, spletke i ratovanje takve da bismo ovim izumom nesumnjivo dobili oružje opasnije od bilo kakve atomske bombe. Međutim, sama činjenica da je nešto užasno ne čini to nemogućim kao što su utvrdili stanovnici Hirošime. Možemo se doduše nadati da će odašiljač — umnožavač materije koji bi mogao obrađivati ljudska bića uvijek ostati izvan našeg domašaja ali ja se bojim da ćemo se jednog dana morati suočiti s problemom što ih takav uređaj postavlja.

Mislim da grubi pristup s uređajem analognim televiziji što smo ga upravo opisali nije najbolji put za postizanje trenutačnog prijenosa. Pravo rješenje (ako uopće postoji) vjerojatno će zahtijevati mnogo više oštroumlja. Ono će se možda temeljiti na samoj prirodi svemira.

Prostor je, kao što je netko točno primijetio, ono što sprečava da sve bude na istom mjestu. Ali, pretpostavimo da želimo da dvije stvari budu na istom mjestu ili, još bolje, da dva mjesta budu na istom mjestu.

Uvjerenje da je prostor čvrst, invarijantan i apsolutan doživjelo je poraz tokom posljednjih pedeset godina, uglavnom zahvaljujući Einsteinu. No, čak i prije nego što nas je teorija relativnosti navela da kritički preispitamo uvjerenja što su se oduvijek činila zdravim razumom, predodžbe klasičnog ili euklidskog prostora poljuljali su mnogi filozofi i matematičari. (Osobito Nikolaj Ivanovič Lobačevskij, 1793 — 1856, čiji bi ogorčeni duh rado uputio neko-

liko riječi g. Tomu Lehreru.) Osobine svemirskog prostora mogu biti složenije najmanje u dva pogleda od osobina opisanih u geometrijskim udžbenicima što ih se većina nas nejasno sjećamo iz školskih dana. Svemir ne mora poštivati osnovne Euklidove aksiome, a može imati i više od tri dimenzije. Suvremeni geometričari, čije je geslo »ono što se može predočiti nije geometrija«, zamislili su mnoge još gore mogućnosti ali te ćemo sa zahvalnošću odbiti.

Četvrta dimenzija već je prilično dugo izvan mode; bila je popularna negdje početkom stoljeća, a možda će jednog dana ponovno privući pažnju. Nije naročito teško zamisliti postojanje nečega što se prema kocki odnosi na isti način kao kocka prema kvadratu i bilo bi jednostavno izvesti osobine četverodimenzionalnih ili čak n-dimenzionalnih tijela u analogiji s onima nižih dimenzija. To ćemo provesti u XIV poglavlju.

Premda prihvaćam ispravke kada se radi o tim stvarima, ipak ne mislim da višedimenzionalni euklidski prostor dopušta postojanje prečaca između dviju točaka nama poznatog trodimenzionalnog svijeta. Dvije točke s određenim razmakom u tri-prostoru zadržat će barem taj razmak u bilo kojem višem prostoru. Ako, međutim, zamislimo da se prostor može savinuti ili zakriviti tako da više ne vrijede Euklidovi aksiomi, onda se javljaju neke zanimljive mogućnosti.

Boljem razumijevanju opet će pomoći analogija. Zamislite onaj poznati ali tajnoviti lik, Möiusov list, koji dobivamo ako zalijepimo dva kraja papirnate trake nakon što smo je uvrnuli za pola okreta. Kao što je poznato, rezultat je »jednostrana površina« što možete vrlo lako dokazati povlačeći duž nje prstom. (Predlažem da zaista načinite Möiusov list što će vam oduzeti oko 30 sekundi ali je vrijedno napora.)

Prihvatite zalijepljenu traku palcem i kažiprstom. Jednim obilaskom duž trake, olovkom možete povući neprekidnu crtu od palca do kažiprsta. (Ili je to ipak samo pola kruga? No to je druga priča.)

Ako ste u svojem kretanju ograničeni jedino na površinu trake, to bi mogla biti prilična udaljenost.

Međutim, ako bi se mogli kretati kroz papir — izravnim potezom od palca do kažiprsta — udaljenost bi bila vrlo kratka. Umjesto desetak centimetara, ona bi iznosila nekoliko desetinki milimetara.

Taj jednostavan mali pokus upozorava na neke vrlo složene mogućnosti. Mogu se zamisliti takvi prostori u kojima su dvije točke A i B međusobno vrlo udaljene kad se ide jednim smjerom a bliske u drugom.

Sama činjenica da možemo zamisliti takvu situaciju ne potvrđuje da je ona fizikalno ostvariva ili da postoje »prostorne rupe« koje nam mogu poslužiti kao prečaci u svemiru. Smatramo, međutim, da je geometrija svemirskog prostora promjenljiva što bi se činilo besmislenim svim matematičarima koji su živjeli u 2 000 godina dugoj Euklidovoj sjeni. Prostor se može promijeniti pod utjecajem gravitacijskih polja, premda je to možda uprezanje kola ispred konja; takozvana gravitacijska »polja« zapravo su posljedica, a ne uzrok zakrivljenosti prostora.

Jednog ćemo dana možda ovladati poljima ili silama koje će nam omogućiti da mijenjamo po volji strukturu prostora vežući ga, recimo, u čvorove poput pereca čime bismo mu dali osobine još zanimljivije od onih što ih ima Möiusov list. Stara ideja znanstvene fantastike o zakrivljenom prostoru možda nije puka maštarija. Jednog dana to će možda postati dio našeg normalnog života omogućujući nam da prekoračimo s kontinenta na kontinent (ili s jednog svijeta na drugi) isto tako lako kao iz jedne sobe u susjednu.

Ili će možda odgovor doći iz posve novog i neočekivanog smjera kao što se često događalo u prošlosti. Moramo prihvatiti da će se brzine prijevoza nastaviti povećavati sve do granica tehnički ostvarivog, a položaj tih granica mi ni u kojem slučaju ne možemo odrediti. Signali mogu putovati brzinom svjetlosti a materijalne čestice brzinom koja nije mnogo

manja od toga. Jednog dana možda ćemo i mi to moći.

Zbiva se, međutim, nešto što djeluje protiv uspostavljanja gotovo trenutačnog općeg prijevoznog sustava. Razvojem komunikacija, kada se postigne da se sva osjetila — ne samo vid i sluh — mogu projicirati na bilo koje mjesto na licu Zemlje, ljudi će imati sve manje i manje pobuda da putuju. Takvo je stanje prije pola stoljeća predvidio E. M. Forster u svojoj poznatoj pripovijesti »The Machine Stops« (»Stroj se zaustavlja«) gdje je opisao život naših dalekih potomaka u odvojenim ćelijama što ih nikada ne napuštaju ali zato mogu uspostaviti trenutačno TV-dodir s bilo kojom osobom na Zemlji gdje god ona bila.

Tokom svog života Forster je mogao vidjeti usavršavanje televizije što je daleko nadilazilo njegovo maštanje od prije tri desetljeća, a njegova vizija budućnosti možda nije, u bitnim crtama, daleko od istine. Telekomunikacije i prijevoz suprotne su snage koje su do sada uvijek bile u ravnoteži. Pobijedi li ikada prva, posljedica bi bio svijet iz Forsterovih priča.

S druge strane, većim probojem u tehnologiji prijevoza, poput onoga što ga je razvoj elektronike omogućio u komunikacijama, bio bi stvoren svijet neograničene pokretljivosti bez napora. Nestale bi sve zapreke izazvane udaljenostima što su nekada razdvajale čovjeka od čovjeka, zemlju od zemlje. Preobrazba što ju je telefon unio u poslovni i društveni život bila bi beznačajna prema onoj što bi je »teleportacija« donijela čitavoj našoj civilizaciji. Izrazimo samo jednom rečenicom mogućnost koja bi revolucionirala (ako ne i ukinula) dobar dio trgovine i industrije: zamislite što bi se dogodilo kad bismo sirovine ili gotovu robu mogli trenutačno prebacivati svijetom. Bilo bi to daleko jednostavnije, u tehničkom smislu, od prenošenja tako krhkih i složenih stvorova kakva su ljudska bića i ja ne sumnjam da će to biti postignuto tokom slijedećih nekoliko stoljeća.

Tokom čitave povijesti čovjek se borio protiv dvaju velikih neprijatelja — Vremena i Prostora. Vrijeme vjerojatno nikada neće potpuno savladati, no njega će možda i sama beskrajnost svemirskog prostora poraziti kada odmakne nekoliko svjetlosnih godina od Sunca pa će ipak, barem na ovoj maloj Zemlji, možda jednog dana slaviti konačnu pobjedu.

Ne znam kako će to postići i možda vas je sve što sam rekao samo uvjerilo da je to nemoguće. Ali ja vjerujem da će doći vrijeme kada ćemo moći prijeći udaljenosti od pôla do pôla u vremenu jednog otkucaja srca.

Bit će to jedna od malih šala povijesti ako, nakon što steknemo tu moć, izgubimo želju da je koristimo.

VIII poglavlje

RAKETOM DO RENESANSE

Prije četiri i pol stoljeća evropska se civilizacija počela širiti u nepoznato polakom ali nezadrživom eksplozijom poticanom energijom renesanse. Nakon tisućljetne gužve u Sredozemlju, Zapad je otkrio nove granice s druge strane oceana. Znamo točan dan kada ih je našao, a i dan kada ih je izgubio. Američka granica otvorena je 12. listopada 1492. a zatvorena je 10. svibnja 1869. kada je zabijen zadnji klin transkontinentalne željezničke pruge.

U svoj dugoj ljudskoj povijesti naše je doba prvo bez novih granica na kopnu ili moru i to je uzrok mnogih naših nevolja. Točno je da čak i danas postoje na Zemlji velika područja koja su još uvijek neiskorištena pa čak i neistražena, ali njihovo bi osvajanje samo bilo završna operacija čišćenja. Iako će nam oceani zadavati posla još mnogo stoljeća, odbrojavanje je počelo čak i za njih kada se batiskaf »Trieste« spustio do najveće dubine Marijanske brazde.

Nema više neotkrivenih kontinenata; uputite se prema bilo kojem obzorju i na drugoj će vas strani netko već čekati da provjeri vašu vizu i uvjerenje o cijepljenju...

Taj gubitak nepoznatog teško pogađa sve sanjare i pustolove. Riječima povjesničara američkog Jugo-

zapada Waltera Prescotta Webba: »Kraj jednog razdoblja uvijek je prožet sjetom... Ljudima će nedostajati granice više nego što se riječima može izraziti. Stoljećima su oni slušali njezin zov i njena obećanja stavljajući za nju na kocku svoje živote i imovinu. Ona više ne zove...«

Drago mi je da mogu reći kako je tužaljka profesora Webba preuranjena nekoliko milijuna godina. Još dok je on to pisao u Texasu, manje od 1 500 km na zapad tragovi zgusnute pare nad White Sandsom pokazivali su neizmjerno dužu granicu od bilo koje što ju je naš svijet ikada otkrivao — granicu svemira.

Put prema zvijezdama nije otkriven prerano. Civilizacija ne može postojati bez novih granica; ona ih treba materijalno i duhovno. Materijalna potreba je očita: nove zemlje, nove sirovine, novi izvori. Duhovna potreba nije tako uočljiva ali je konačno mnogo važnija. Mi ne živimo samo od kruha, već su nam potrebne pustolovine, raznolikost, promjena, sanjarenje. Psiholozi su pokazali pokusima s lišavanjem osjeta da čovjek brzo poludi ako ga zatvorimo u zamračenu prostoriju bez zvukova, potpuno odrezanu od vanjskog svijeta. Ono što vrijedi za jednog čovjeka također vrijedi za društvo; bez potrebnih poticaja i ono može postati poremećeno.

Očekivati da će čovjekov budući bijeg sa Zemlje i savladavanje interplanetarnog prostora pokrenuti novu renesansu i slomiti kalup koji bi inače zauvijek zarobio naše društvo i našu umjetnost može izgledati previše optimistično. Pa ipak, to je upravo ono što želim pokazati. Prije toga potrebno je, međutim, ukloniti neke uvriježene zablude.

Granica nepoznatog u svemiru neće nikada nestati ali su i izazov i mogućnost što ih pruža potpuno različiti od bilo čega s čime smo se u prošlosti sreli u našem svijetu. Svi mjeseci i planeti ovog Sunčevog sustava strana su i negostoljubiva mjesta, gdje će možda moći boraviti samo nekoliko tisuća ljudi koji će biti jednako pažljivo probrani kao stanovnici Los Alamosa. Doba masovne kolonizacije zauvijek je

prošlo. U svemiru ima mjesta za štošta samo ne za »umornu, siromašnu zbijenu masu koja čezne za slobodnim disanjem . . .« Kip Slobode na tlu Marsa umjesto toga nosio bi natpis »Dajte vaše nuklearne fizičare, inženjere kemije, biologe i matematičare.« Doseljenici XXI stoljeća bit će sličniji onima iz XVII stoljeća nego onima iz XIX. Vrijedi se naime prisjetiti da je »Mayflower« do ruba ograde bio zaposjednut mudracima.

Misao koja se često čuje da planeti mogu riješiti problem prenapučenosti prema tome je potpuna zabluda. Čovječanstvo sada raste brzinom većom od 100.000 dnevno, a nikakav »svemirski most« ne bi se mogao ni približiti tom zastrašujućem broju. Uz sadašnju tehniku ukupni vojni budžeti svih naroda bili bi jedva dovoljni da se na Mjesec svakog dana spusti deset ljudi. Kada bi svemirski prijevoz bio čak besplatan, a zapravo je vrlo skup, to ne bi gotovo nimalo promijenilo stvari jer ne postoji niti jedan planet na kojem bi čovjek mogao živjeti i raditi bez zamršenih mehaničkih pomagala. Na svim planetima trebala bi nam svemirska odijela, tvornice umjetnog zraka, kupole pod pritiskom i potpuno zatvoreni akvikulturni nasadi. Jednog će dana naše kolonije na Mjesecu i Marsu same podmirivati svoje potrebe, ali ako tražimo životni prostor za višak pučanstva, jeftinije bismo ga našli na Antarktiku ili čak na dnu Atlantskog oceana.

Ne, bitku protiv prenapučenosti valja povesti i dobiti ovdje na Zemlji i što duže odgađamo neizbježan sukob trebat će nam strašnija oružja da bismo pobijedili. (Obavezan pobačaj i čedomorstvo i antiheteroseksualno zakonodavstvo — zajedno sa svojim obratom — bila bi neka od blažih sredstava.) Premda nas planeti ne mogu spasiti, logika ovdje nema osobit utjecaj. Težina rastućih brojeva i osjećaj gušenja što ga u nama izaziva gomila pospješit će otiskivanje čovjeka u svemir, premda će tamo dospjeti možda tek svaki milijunti od nas. Možda je ovdje, na ovom planetu, bitka već izgubljena kao što kaže Sir George Darwin, izazivajući potištenost, u svojoj

knjižici »The Next Million Years« (»Slijedećih milijun godina«): »Naše bi se doba moglo nazvati zlatnim u usporedbi s izgledima beskrajne gladi i siromaštva do čega će doći kada se milijarde budućih stanovnika sukobe oko Zemljinih iscrpljenih bogatstava.« Ako je to točno, još je važnije da na planetima uspostavimo kolonije koje će moći podmirivati sve potrebe. One bi mogle imati izglede da prežive i sačuvaju nešto od naše kulture nakon potpunog sloma civilizacije na majci Zemlji.

Iako planeti ne mogu pružiti materijalnu pomoć zagušenoj i osiromašenoj Zemlji, njihov intelektualni i emotivni doprinos može biti golem. Otkrića prvih ekspedicija, napori pionira da se održe na drugim svjetovima — sve će to širiti duh svrhovitosti i uspjeha među onima koji ostanu kod kuće. Gledajući svoje TV-ekrane oni će znati da je opet započela Povijest s velikim P. Smisao za čuđenje što smo ga gotovo potpuno izgubili ponovo će oživjeti, a također i duh pustolovine.

Važnost toga ne može se precijeniti, premda se može lako izvrgnuti ruglu ciničkim primjedbama o »bijegu od problema«. Samo će rijetki dobiti priliku da budu pioniri ili istraživači ali svatko tko je barem napola živ povremeno osjeća potrebu za pustolovinama i uzbuđenjima. Da biste se u to uvjerili dovoljno je baciti pogled na bezbrojne vesterne koji galopiraju eterom. Mit o Zapadu koji je u stvarnosti bio drukčiji, izmišljen je da ispuni prazninu našeg modernog života, a ispunjava je uspješno. Prije ili kasnije, međutim, mitovi dosade čovjeku (a ovaj nam je mnogima već dosadio) i onda je vrijeme da se potraži novo tlo. Ima neke simbolike u činjenici da divovske rakete stoje osovljene na obali Pacifika gdje su se tek prije dva životna razdoblja zaustavila kola kolonizatora.

Usmjeravanjem ljudskog zanimanja prema svemiru već je započela polaka ali duboka promjena u našoj kulturi. Čak i prije nego što je prvi živi stvor napustio Zemljinu atmosferu taj je proces započeo na vrlo utjecajnom području — među djecom. Sve-

mirske igračke uobičajene su već godinama, a i crtani filmovi i igre koje bi bile nepojmljive još prije desetak godina. Sve veća svijest o svemiru pridonijela je, na žalost, i našoj psihopatologiji. Između kulta letećih tanjura i manije progona vještica u XVII stoljeću mogla bi se povući sjajna usporedba. Način mišljenja je u oba slučaja isti. Htio bih upozoriti na ovu temu sve one koji traže materijal za doktorsku disertaciju.

Napretkom istraživanja Sunčevog sustava ljudsko će društvo sve više i više prožimati ideje, otkrića i iskustva astronautike. To će, svakako, najviše utjecati na muškarce i žene koji će sami odlaziti u svemir, bilo da uspostave privremena uporišta, bilo stalne kolonije na planetima. Budući da ne znamo na što će oni naići, ne isplati se nagađati o društvima što će ih oni razviti za stotinu ili tisuću godina na Mjesecu, Marsu, Veneri, Titanu i drugim većim čvrstim tijelima Sunčevog sustava. (Jupiter, Saturn, Uran i Neptun koji nemaju stabilne površine možemo otpisati.) Ishod našeg svemirskog pothvata morat će pričekati povijesnu ocjenu, ali mi ćemo svakako biti svjedoci provjere Toynbeejevih zakona »izazova i odgovora«, u razmjerima što ih njihov autor nije mogao zamisliti. S tim u vezi vrijedi se prisjetiti riječi iz skraćenog izdanja »Study of History« (»Studija o povijesti«): »Izdanci civilizacije... doživljavaju na mjestima izvan područja što ih zauzima 'roditeljska' civilizacija brz procvat. Utjecaj što ga pritom ima novo tlo najizrazitiji je kada ga od stare postojbine dijeli more... Narodi koji obitavaju na graničnim područjima, stalno izloženi napadima, brže se razvijaju od svojih susjeda u zaklonu«.

Promijenite »more« u »svemirski prostor« i analogija je očita. Što se tiče »stalne izloženosti napadu«, Priroda će se za to pobrinuti uspješnije od bilo kakvih protivnika u ljudskoj spodobi. Ellsworth Huntingdon sažeo je istu tu misao u znamenitoj izreci naglašavajući da se pohod civilizacije uvijek kretao »u hladnoću i oluju«. Došlo je vrijeme da svo-

ju sposobnost i odlučnost suprotstavimo podneblju i okolini goroj od bilo čega što se može vidjeti na Zemlji.

Kao što se često događalo u prošlosti, izazov bi mogao biti prevelik. Možemo uspostaviti kolonije na planetima ali one će možda biti sposobne jedino da životare na rubu postojanja bez mogućnosti da odvoje dio energije za ostvarenje bilo kakvih kulturnih dostignuća. Povijest pruža jedan očit, upozoravajući primjer u tehničkom pothvatu što su ga odavno izveli Polinežani, a može se usporediti s osvajanjem svemira. Uspostavljajući stalan pomorski promet preko najvećeg od svih oceana, oni su, piše Toynbee, »uhvatili korijen na mrljama suhog tla što su posijani vodenom divljinom Pacifika gotovo isto tako rijetko kao zvijezde u svemiru«. Taj napor ih je konačno porazio vrativši ih na razinu primitivnog života. Ne bismo možda nikada saznali za njihova čudesna ostvarenja da nisu na Uskršnjem otoku ostavili spomenik koji je nemoguće previdjeti. U vjekovima koji dolaze, u svemiru će možda biti još mnogo Uskršnjih otoka — napuštenih planeta prekrivenih umjesto monolitima isto tako zagonetnim otpacima drugih poraženih tehnologija.

Kakav god bio konačan ishod našeg istraživanja svemira od toga ćemo sigurno imati neke neposredne koristi — a ovdje namjerno zanemarujem »praktične« rezultate poput poboljšanja u meteorologiji i vezama, vrijednih više milijardi dolara koja bi već dovoljno opravdala tvrdnje da se svemirska istraživanja isplate. Stvaranje bogatstva sigurno ne treba potcjenjivati ali jedine su djelatnosti koje su u dalekoj perspektivi vrijedne truda traganje za znanjem i stvaranje ljepote. O tome nije potrebno raspravljati; pitanje je jedino čemu dati prednost.

Samo će malen broj ljudi imati priliku da otkriva gustoću elektrona oko Mjeseca, točan sastav atmosfere Jupitera ili jačinu Merkurovog magnetskog polja. Iako će jednoga dana opstanak čitavih naroda možda ovisiti o takvim činjenicama, sve su to stvari uma a ne srca. Civilizacije poštujemo zbog njihovih

umnih dostignuća, ali ih volimo ili preziremo zbog njihove umjetnosti. No, možemo li danas uopće nagađati kakve će umjetnosti doći iz svemira?

Razmotrimo prvo književnost jer se razvoj svake civilizacije može vrlo točno pratiti prema njenim piscima. Citiramo opet profesora Webba i »The Great Frontier« (»Velika granica«): »Opažamo općenito da se zlatno doba svakog naroda podudara manje-više s prodorom tog naroda u nepoznato... Književni genij tog naroda naoko se oslobađa s početkom napada na granice nepoznatog...«

Pisac ne može pobjeći od svoje okoline, koliko god to pokušavao. (Kad bi Lewis Carroll živio danas, ne bi napisao »Alice u zemlji čudesa«, nego »Lolitu«.) Kada je granica nepoznatog otvorena, imamo Homera i Shakespearea ili, da izaberemo manje olimpske primjere bliže našem vremenu, Melvilla, Whitmanna i Marka Twaina. Kada se ona zatvara dolazi vrijeme Tennessee Williamsa i bitnika, a također i Prousta čiji je cijeli obzor bila soba obložena plutom.

Bilo bi previše naivno pomišljati da će astronautika vratiti ep i legendu u njihovom nekadašnjem obliku. Svemirski će letovi biti dobro dokumentirani, a Homerova je velika prednost bila u tome što nije bio sputan s previše činjenica. No, otkrića i pustolovine, pobjede i neizbježne nesreće što će morati pratiti prodor čovjeka prema zvijezdama sigurno će jednog dana nadahnuti novu junačku književnost i roditi buduće ekvivalente »Zlatnog runa«, »Gulliverovih putovanja«, »Moby Dicka«, »Robinsona Crusoa« ili »Starog mornara«.

Činjenica da osvajanje neba nije imalo takav učinak ne bi nas smjela zavesti. Točno je da ima malo književnih djela koja se bave letenjem (Lindberg i Saint Exupery su gotovo jedini primjeri koji mi padaju na pamet) ali razlozi su očiti. Letač provodi u svom elementu svega nekoliko sati i putuje na mjesta koja su već poznata. (U rijetkim slučajevima kada leti nad neistraženim područjem on se tamo može i spustiti.) S druge strane, svemirski putnik može

tjednima, mjesecima ili godinama putovati do prostora što ih nijedan čovjek još nije vidio izuzevši nejasnu teleskopsku sliku. Svemirski let ima, prema tome, vrlo malo zajedničkog sa zrakoplovstvom; po duhu je on mnogo bliži oceanskim putovanjima koja su nadahnula neka od naših najvećih književnih djela. Vjerojatno je prerano razmišljati o utjecaju svemirskih letova na glazbu i likovne umjetnosti. Tu se opet možemo samo nadati, a pri pogledu na platna kojima suvremeni slikari i odviše točno izražavaju svoja duševna stanja, nada je sigurno potrebna. Izgledi su za suvremenu glazbu manje povoljni; nakon što su je elektronička računala naučila skladati možemo očekivati da će uskoro naučiti i uživati u njoj i tako nama uštedjeti muku.

Možda su ti prastari oblici umjetnosti pri kraju, a nezamislivi doživljaji koji nas čekaju izvan atmosfere nadahnut će nove izražajne oblike. Smanjena ili poništena gravitacija npr. sigurno će potaknuti neobičnu izvanzemaljsku arhitekturu, krhku i nježnu poput sna. A pitam se kako će izgledati na Marsu »Labuđe jezero« kada će plesači imati samo trećinu svoje zemaljske težine — ili na Mjesecu gdje će imati tek šestinu?

Potpuna odsutnost gravitacije — osjećaj što ga nijedno ljudsko biće nije nikada iskusilo od početka svijeta, a koji nam je ipak čudesno poznat iz snova — imat će dubok utjecaj na sve ljudske djelatnosti. To će omogućiti cijeli niz novih sportova i igara i promijeniti mnoge postojeće. Sa sigurnošću ali i nestrpljenjem možemo izreći i ovo konačno predviđanje: beztežinsko će stanje stvoriti nove i neslućene erotske mogućnosti. A već je i vrijeme.

Sve naše estetske ideje i standardi izvedeni su iz prirodnog svijeta koji nas okružuje i moglo bi se lako pokazati da su mnogi svojstveni jedino Zemlji. Nijedan drugi planet nema plavo nebo i more, zelenu travu, erozijom blago zaokružena brda, rijeke i vodopade i samo jedan sjajan mjesec. Nigdje u svemiru nećemo odmarati oči na poznatim oblicima drveća i biljaka ili bilo koje od životinja s kojima

dijelimo ovaj svijet. Zateknemo li kakav život on će biti čudan i stran poput paklenskih bića iz oceanskih dubina ili insekata koji svoj strašan izgled skrivaju od nas mikroskopskom veličinom. Možda će se pokazati da su fizičke okoline drugih planeta nepodnošljivo odvratne ali je isto tako moguće da nas one dovedu do novih i općenitijih mjerila ljepote neograničenih odgojem koji nas veže za Zemlju. Postojanje izvanzemaljskog života je svakako najveća od mnogih nepoznanica što nas očekuju na planetima. Sada nastojimo otkriti postoji li vegetacija na Marsu; misije »Marinera« i »Vikinga« trebale bi to riješiti na ovaj ili onaj način. Na tom čudnom malom svijetu možda će borba za opstanak dati neobične rezultate. Kada se spustimo morat ćemo biti oprezni. Tamo gdje postoji raslinje mogu postojati i viši oblici života; uz dovoljno vremena Priroda istraži sve mogućnosti. Mars je imao vremena u izobilju pa su se tamo mogli razviti oni nametnici na biljnom carstvu poznati kao životinje. Te će životinje biti dosta posebne jer neće imati pluća. Nema smisla disati kad u atmosferi gotovo uopće nema kisika.

Dalja biološka nagađanja bila bi besmislena i nerazumna jer ćemo istinu ionako saznati za deset ili dvadeset godina, a vjerojatno i mnogo ranije. Brzo se približava čas kada ćemo jedanput zauvijek otkriti postoje li Marsijanci.

Dodir sa suvremenom, ne-ljudskom civilizacijom bit će najuzbudljivija stvar koja se ikada dogodila našoj vrsti. Mogućnosti su i za dobro i za zlo neograničene. Za desetljeće ili dva neke će od klasičnih tema znanstvene fantastike ući u područje praktične politike. Međutim, ako je razumni život na Marsu uopće ikada postojao, mnogo je vjerojatnije da smo se s njime mimoišli za geološka razdoblja. Budući da svi planeti postoje već najmanje 5 milijardi godina vjerojatnost istovremenog procvata dviju kultura mora biti vrlo mala.

Ipak bi čak i susret s izumrlom civilizacijom mogao imati silan utjecaj. Sjetimo se da je evropsku

renesansu pokrenulo ponovno otkrivanje jedne kulture koja je cvala više od tisuću godina ranije. Kad naši arheolozi dospiju na Mars možda će tamo zateći isto tako veliko nasljeđe kao ono što ga dugujemo Grčkoj i Rimu. Kineski znanstvenik Hu Shin primijetio je:

»Dodir sa stranim civilizacijama rađa nova mjerila vrednovanja prema kojima se vlastita kultura preispituje i procjenjuje što prirodno uzrokuje stvaranje nove preoblikovane svijesti«. Hu Shin je govorio o kineskom književnom preporodu, oko 1915. Možda bi se ove riječi mogle primijeniti na zemaljsku renesansu, jedno stoljeće kasnije.

Ne bismo smjeli, međutim, polagati previše nade u Mars, a niti u bilo koji od ostalih svjetova ovog Sunčevog sustava. Ako razuman život postoji još negdje u svemiru, možda ćemo ga morati potražiti na planetima drugih sunaca. Od njih nas dijeli udaljenost milijunima — ponavljam, milijunima — puta veća od one koja nas razdvaja od naših prvih susjeda, Marsa i Venere. Do prije nekoliko godina čak su i najoptimističniji znanstvenici smatrali nemogućim da ćemo ikad premostiti taj zastrašujući ponor što ga i sama svjetlost pri brzini od 1,,080,000.000 km/h prelazi godinama. Zahvaljujući jednom od najizuzetnijih i najmanje očekivanih napredaka u povijesti tehnologije ipak se pokazala mogućnost da ostvarimo dodir s razumnim bićima izvan Sunčevog sustava prije nego što u njemu nađemo skromne lišajeve i mahovine. Taj je napredak ostvaren u elektronici. Čini se da ćemo najveći dio našeg istraživanja svemira obaviti radijem. To nam može omogućiti vezu sa svjetovima koje nikada nećemo moći posjetiti pa čak i sa svjetovima koji su odavno prestali postojati. Uređaj pomoću kojeg ćemo uspostaviti prvi dodir s izvanzemaljskim razumnim bićima bit će možda radio-teleskop a ne raketa.

Još prije nekoliko desetljeća ova bi misao možda izgledala besmislenom. Ali sada imamo tako osjetljive prijemnike i tako goleme antene da bismo mogli uhvatiti radio-signale s bližih zvijezda — ako ih

odanle ima tko poslati. Traganje za takvim signalima počelo je 1960. u Nacionalnoj radio-astronomskoj zvjezdarnici u Greenbanku u Virginiji, a kasnije su se tog posla prihvatile i ostale zvjezdarnice — pogotovo u Sovjetskom Savezu. To je vjerojatno najvažnije istraživanje u koje su se ljudi ikada upustili, a prije ili kasnije ono će donijeti plodove. Od osnovnog svemirskog šuma i zujanja te pucketanja zvjezdanih eksplozija i sudara galaktika jednog ćemo dana izdvojiti slabašne ritmične impulse koji će biti glasovi razuma. U početku ćemo jedino (jedino!) znati da u svemiru osim naših postoje drugi umovi, a kasnije ćemo naučiti da tumačimo te signale. Može se pretpostaviti da će neki od njih prenositi slike — npr. mogle bi biti kao telefoto ili čak televizija. Bilo bi prilično jednostavno otkriti način šifriranja i rekonstruirati takve slike. Jednom, možda u bliskoj budućnosti, na nekoj će se katodnoj cijevi pojaviti slike s drugog svijeta.

Ponavljam da to nije maštanje. U to istraživanje ovog je časa uključena elektronska oprema vrijedna milijune dolara. Možda se uspjeh neće pojaviti sve dok se radio-astronomi ne otisnu u orbitu gdje će moći sagraditi antene s promjerom od više kilometara i izbjeći smetnje Zemljine atmosfere. Prve ćemo rezultate možda čekati deset — ili stotinu — godina ali to nije važno. Želim naglasiti da čak i ako ne budemo nikada mogli fizički napustiti Sunčev sustav ipak bismo mogli nešto saznati o civilizacijama koje kruže oko drugih zvijezda, a oni bi mogli saznati nešto o nama. Čim primimo prve poruke iz svemira, mi ćemo sigurno pokušati poslati odgovore.

Ovdje se otvara beskrajno i uzbudljivo područje za razmišljanje. Razmotrimo samo nekoliko mogućnosti. (A u svemiru sa stotinama milijardi sunaca gotovo se svaka mogućnost može ostvariti, na nekom mjestu u neko vrijeme.) Radio poznajemo kraće od jednog životnog razdoblja, a televiziju niti toliko; sve su naše tehnologije elektroničkih komunikacija još vrlo primitivne pa ipak bismo već i sada mogli, ako bi to bilo potrebno, poslati u prostor impulse

s podacima o najboljim ostvarenjima naše kulture. (Vjerojatno smo najgore stvari već poslali.)

Glazba, slikarstvo, kiparstvo pa čak i arhitektura ne bi predstavljali problem jer se temelje na lako prenosivim obrascima. Književnost bi uzrokovala mnogo veće teškoće. Ne bi je bilo teško prenijeti ali je pitanje da li bi bila shvaćena? Činjenica da su se ovdje na Zemlji mnogi pisci i većina pjesnika prestali obraćati svojim bližnjima, upozorava na neke od mogućih teškoća.

No, u svakom dodiru različitih kultura nešto se nužno gubi; mnogo je važnije ono što se dobiva. U vremenima što dolaze možda ćemo upoznati mnoga čudna bića i s nevjericom, zadovoljstvom ili užasom proučavati civilizacije od kojih bi neke mogle biti starije od naše Zemlje. Neke će prestati postojati, a njihove će poruke još stoljećima putovati svemirom. Tako će radio-astronomi biti pravi interplanetarni arheolozi čitajući zapise i istražujući umjetnička djela čiji su tvorci izumrli prije gradnje piramida. Čak je i to umjerena procjena; radio-val što sada stiže sa zvijezde u središtu Kumovske slame (zvjezdani vrtlog u čijem se pustom vanjskom području vrti naše Sunce) morao je na svoje putovanje krenuti oko 25.000 godina prije n. e. Kada je Toynbee definirao renesansu kao »dodir civilizacija u vremenu« nije mogao ni pomisliti da bi se ta fraza mogla jednog dana primijeniti u astronomiji.

Radio-prapovijest ili elektronička arheologija mogla bi imati čak i veće posljedice nego klasično proučavanje prošlosti. Vrste čije ćemo poruke tumačiti i čije ćemo slike rekonstruirati bit će očito vrlo razvijene i utjecaj njihove umjetnosti i tehnologije na našu vlastitu kulturu bit će golem. Ponovo otkrivanje grčke i latinske književnosti u petnaestom stoljeću, bujica znanja nakon objavljivanja projekta Manhattan, ljepote otkrivene otvaranjem Tutankhamonove grobnice, otkapanje Troje, objavljivanje »Principia« i »Porijekla vrste« — ti raznoliki primjeri ukazuju na poticaj i uzbuđenje što nas možda očekuje kad naučimo tumačiti poruke koje već odavno zapljuskuju nehajnu Zemlju.

Neke od tih poruka neće nam biti ugodne. Dokaz (a to je samo stvar vremena) da je ova naša mlada vrsta pri dnu ljestvice svemirske inteligencije bit će težak udarac za naš ponos. Suprotno optimističnim predviđanjima nekih krugova, taj udarac ne bi preživjele mnoge od današnjih vjera. Postavka da je »Bog načinio čovjeka na sliku i priliku svoju« otkucava poput paklenog stroja u temeljima kršćanstva. Kako nam se bude polako otkrivala svemirska hijerarhija, morat ćemo se suočiti s neugodnom činjenicom: ako i postoje neki bogovi kojima je glavna briga čovjek onda to nisu neki osobito važni bogovi. Primjeri što sam ih naveo i mogućnosti što sam ih istaknuo trebali bi da budu dovoljan dokaz da u istraživanju svemira ima nešto više od pukog ispaljivanja ljudi u orbitu ili snimanja druge strane Mjeseca. To su tek obične pripreme za doba otkrića koje će uskoro svanuti. Iako će i u to doba postojati svi uvjeti potrebni za renesansu, ne možemo biti sigurni da će do nje doći. U povijesti čovječanstva nije bilo situacije koja bi se mogla usporediti sa sadašnjom; prošlost nam može pružiti nagovještaje ali ne i pravi putokaz. Da bismo našli nešto što je donekle nalik budućim pustolovinama u svemiru, moramo se vratiti u prošlost davniju od Kolumba, davniju od Odiseja — davniju čak i od prvog čovjekolikog majmuna. Moramo zamisliti trenutak, nepovratno izgubljen u maglama vremena, kada je zajednički predak svih nas dopuzio iz mora.

Tamo je naime započeo život, a tamo je većim dijelom i ostao sve do danas uhvaćen u besmisleni ciklus rođenja i smrti. Inteligenciju su uspjela razviti jedino bića koja su prkosila neprijateljskom, tuđem tlu; sad će se ta inteligencija suočiti s još većim izazovom. Ova naša lijepa Zemlja možda je samo kratko odmorište između slanog mora u kojem smo rođeni i zvjezdanog mora u koje se moramo uputiti. Mnogi će, dakako, to poreći s različitim stupnjem ljutnje ili čak straha. Uzmite samo slijedeći izvadak iz »The Transformation of Man« (»Preobrazba čovjeka«) Lewisa Mumforda: »Ispraznost života post-

historijskog čovjeka dosegnut će najvišu točku u interplanetarnom putovanju... Pri takvim uvjetima život bi se opet sveo na fiziološke funkcije disanja, hranjenja i izlučivanja... Za usporedbu, egipatski kult mrtvih bio je prepun životne snage; mumija u svojoj grobnici još uvijek ima više obilježja potpunog ljudskog bića nego astronaut.«

Bojim se da je pogled profesora Mumforda na svemirsko putovanje donekle kratkovidan i uvjetovan sadašnjim niskim stupnjem razvoja svemirske tehnologije. Ali kada on također piše: »Nitko ne može tvrditi... da će život na svemirskoj stanici ili na jalovom tlu Mjeseca imati bilo kakvu sličnost s ljudskim životom« on možda izražava jednu istinu i protiv svoje namjere. »Život na suhom,« mogla je reći konzervativna riba svojim rođacima-vodozemcima prije milijardu godina, »neće biti nimalo nalik ribljem životu. Mi ćemo ostati gdje jesmo.«

I ostale su. I još uvijek su ribe.

Ne može se poreći da poglede profesora Mumforda dijele, svjesno ili ne, mnogi Amerikanci, posebno oni stariji i utjecajniji koji određuju politiku. To navodi na neke sumorne zaključke; možda Sjedinjene Države već trpe od nedostatka smjelosti što je jedan od prvih pokazatelja da se neka civilizacija odrekla budućnosti.

Cijelo ustrojstvo američkog društva možda je nužno za napor što ga zahtijeva osvajanje svemira. Nijedan si narod ne može dopustiti da svoje najsposobnije ljude usmjerava u nestvaralačka, a ponekad i parazitska zanimanja kao što su pravo, ekonomska propaganda, bankarski poslovi. Također si ne može dopustiti da neograničeno rasipa potencijal svojih tehničkih stručnjaka. Prije nekoliko godina časopis »Life« je objavio fotografiju koja je zastrašujući društveni dokument. Na njoj se moglo vidjeti 7 000 inženjera i tehničara naguranih iza automobila što su ga upravo proizveli udruženim naporima uz cijenu od nekoliko stotina milijuna dolara. Možda će doći vrijeme kad će Sjedinjene Države, žele li ostati u svemiru, morati razmotriti mogućnost zamrzavanja automobilskog dizajna na nekoliko godina ili što

bi bilo još bolje, povratka na posljednje modele koji su još nešto vrijedili. (Neki smatraju da su to modeli iz 1954.)

Odavde ne slijedi nužno da Sovjetski Savez može postići mnogo više. Očekuje li da će zagospodariti svemirom jedino svojim vlastitim naporima, ubrzo će otkriti da je to prevelik zalogaj. Udruženi potencijali čovječanstva nedovoljni su za tu zadaću i uvijek će biti. Sa zabavom možemo promatrati pokušaj Rusa da sve načine sami, a prema njihovom čudnom i staromodnom mahanju zastavicom dok postavljaju srp i čekić na Mjesecu morali bismo pokazati strpljenje. Svi takvi izljevi rodoljublja bit će nužno kratkog vijeka. Munjevitim letom »Sputnika I« iznad stotina granica, Rusi su sami internacionalizirali istraživanje svemira. Ali upravo zato što je to potpuno očito proći će neko vrijeme dok to svatko ne uvidi i sve vlade ne shvate da je jedini trkač u razvikanoj trci u svemir — Čovjek.

Unatoč opasnostima i teškoćama našeg vremena trebalo bi da budemo zadovoljni što živimo u ovo doba. Svaka civilizacija, poput jahača na valovima, napreduje nošena vrhom vala. Val koji nas nosi tek se pokrenuo; oni koji misle da je već počeo slabiti javili su se nekoliko stoljeća prerano. Nalazimo se sada u opasnoj ali uzbudljivoj ravnoteži koja je bit stvarnog življenja i antiteza samog postojanja. Iza nas huči greben što smo ga već prošli; pod nama velik val, još jedva zapjenjen, nadvija se sve više nad morem.

A pred nama . . .?

To ne možemo reći. Predaleko smo da bismo vidjeli nepoznatu zemlju. Dovoljno je da se održimo na valu kako bismo saznali.

Cijelo ovo poglavlje napisano je početkom 1960, gotovo deset godina prije prvog spuštanja »Apolla« na Mjesec; međutim, razlozi i zaključci djeluju još uvjerljivije danas, nakon što je završeno prvo razdoblje istraživanja Mjeseca.

Ove sam misli podrobnije razradio u pogovoru knjige o astronautima »Apolla II«, »First on the Moon« (»Prvi na Mjesecu«).

IX poglavlje

TAMO NE MOŽETE STIĆI ODAVDE

U autobiografiji Richarda Jeffriesa, pisca XIX stoljeća, jedan je upečatljiv premda nezgrapan redak koji mi se usjekao u pamćenje: »Nedostižno plavetnilo nebeskog cvijeta . . .« Nedostižno: to je riječ što je danas, nakon što se čovjek prošetao površinom Mjeseca, rijetko upotrebljavamo. Pa ipak još prije sto godina polovi su bili potpuno nepoznati, veći dio Afrike još je bio jednako tajnovit kao u doba kralja Salomona, a niti jedno ljudsko biće nije se spustilo u more dublje od 30 metara ili diglo više od kilometra u zrak. U tako kratkom vremenu odmakli smo daleko, a očito ćemo još i dalje ako naša vrsta preživi svoju mladost, pa bih rado postavio pitanje koje bi začudilo naše pretke: »Postoji li bilo koje mjesto koje će nam zauvijek biti nepristupačno bez obzira na budući napredak znanosti?«

Na um mi odmah dolazi jedan kandidat. Samo 6 350 km od mjesta na kojemu sjedim nalazi se mjesto do kojega je mnogo teže doći nego na drugu stranu Mjeseca ili čak drugu stranu Plutona. To je mjesto i od vas udaljeno 6 350 km; vjerojatno ste već pogodili da mislim na središte Zemlje.

Uz isprike Julesu Verneu, do tog se zanimljivog mjesta ne može doći spuštanjem u krater Mount Sneffelsa. Nemoguće se zapravo spustiti više od ne-

koliko kilometara kroz bilo kakav sistem kratera, spilja ili tunela — prirodnih ili umjetnih. Najdublji rudnik dosiže samo 2 100 metara. Kao i u moru, tlak se ispod Zemljine površine povećava s dubinom zbog pritiska gornjih slojeva. Površinske stijene našega planeta tri puta su gušće od vode pa prema tome, ako se spuštamo u Zemljinu dubinu tlak raste tri puta brže nego u moru. Kad je batiskaf »Trieste« dosegao dubinu Challenger 11 521 metar ispod površine Tihog oceana, na svaki kvadratni centimetar njegove površine djelovao je pritisak veći od jedne tone, a stijenke komore za opažanje morale su biti načinjene od 12,5 cm debelog čelika. Isti taj pritisak dosegli bismo već na 3 km dubine u zemlji a to bi bila tek mala ogrebotina na površini globusa. Smatra se da je tlak u središtu Zemlje veći od 3 000 tona po kvadratnom centimetru, tj. 3 000 puta je veći od tlaka kojemu je bio izložen »Trieste«.

Pri takvom se tlaku stijene i metali ponašaju poput tekućina. Osim toga temperatura se povećava s dubinom pa doseže u središtu više od 3 000° C. Očito je dakle da se ne možemo nadati da ćemo pronaći prirodan pristup u srce planeta, a staru predodžbu o »šupljoj Zemlji« (koja je nekad smatrana ozbiljnom znanstvenom teorijom) moramo na žalost odbaciti, zajedno sa svom gomilom podzemnih fantazija poput »At the Earth's Core« (»U Zemljinoj jezgri«).

Najveća dubina do koje dopiru bušotine naftnih kompanija, najenergičnijih istraživača podzemlja, jedva je veća od osam kilometara. To je otprilike četvrtina puta kroz tvrdu Zemljinu koru koja je ispod kontinenata debela oko trideset kilometara; ispod oceana kora je mnogo tanja pa bi se bušenjem morskog dna uskoro mogli dobiti uzorci nepoznatog materijala na kojemu kora počiva.

Uobičajen je postupak bušenja pomoću svrdla učvršćenog na kraju kolone od više tisuća metara cijevi koju okreće stroj na površini. Što je bušotina dublja sve se više energije gubi na trenje sa stijenkama, a kada se mora zamijeniti svrdlo, dizanje i

spuštanje nekoliko kilometara dugačke cijevi traje satima.

Noviji postupci odbacuju rotirajuću kolonu i smještaju pogonski uređaj na samo svrdlo, pokrećući ga električnom strujom ili hidrauličkim tlakom. Rusi koji prednjače na tom području razvili su uređaj, zapravo raketnu bušilicu koja se probija kroz tlo taleći sve na svom putu mlazom goruće mješavine benzina i kisika pri temperaturi većoj od 3 000°C. Primjenom tih postupaka bit će moguće načiniti bušotinu duboku 15 kilometara uz cijenu od nekoliko milijuna dolara. Time bismo doprli do polovice debljine Zemljine kore ili četiristoti dio puta do središta.

Bušotina promjera 15 cm nije ono na što većina ljudi misli kad je riječ o istraživanju podzemlja pa razmotrimo neke uzbudljive mogućnosti. Ruski rudarski inženjeri već su usavršili mehaničke krtice s ljudskom posadom za kopanje tunela na manjim dubinama; one su vrlo slične uređaju što ga je upotrijebio Buroughov junak da bi došao do Pellucidara, svijeta u Zemljinoj utrobi. Ti strojevi rješavaju problem iskopanog materijala isto kao i krtica, koja je poslužila kao prototip za njihovu konstrukciju; zemlja, što je izbacuje glava bušilice, tlači se i nabija čineći zidove tunela.

Čak i u prilično mekom tlu mehanička krtica napreduje vrlo polagano. Njena brzina koja može iznositi jedan do dva kilometra dnevno ograničena je raspoloživom snagom (električna energija dovodi se vodovima s površine) i trošenjem bušaćeg mehanizma. »Zemaljska sonda« s kojom se nadamo da bismo doista nekuda stigli morala bi se zasnivati na potpuno novoj tehnici iskopavanja, a trebala bi imati velike zalihe energije.

Potrebnu energiju mogli bismo u podzemlju crpsti iz nuklearnih reakcija kao što to već činimo pod morem. Što se tiče metode kopanja opet su Rusi (koji uz astronomska istraživanja veliku pažnju posvećuju i podzemnim) predložili jedno rješenje. Oni sada iskušavaju visokofrekventne električne struje

koje ugrijavanjem buše stijene, a brzina napredovanja podzemnog električnog luka ovisi o količini uložene energije. Ultrazvučni titraji lasera također bi mogli poslužiti; oni se sada upotrebljavaju za rezanje materijala pretvrdih za obradu pomoću običnih alata.

One koji pate od klaustrofobije sigurno će obradovati pomisao na boravak u nuklearnoj »podzemnici«. Za obavljanje većine poslova ne bi bilo ni potrebno ukrcavati čovjeka jer bi se on ionako morao potpuno oslanjati na instrumente, a njegova bi osjetila bila beskorisna. Sva znanstvena opažanja i sakupljanje uzoraka moglo bi se provesti automatski prema unaprijed utvrđenom programu. Osim toga, bez ljudske posade putovanje ne bi bilo vremenski ograničeno. Vozilo bi moglo provesti tjedne ili mjesece tumarajući duboko ispod Himalaje ili pod dnom Atlantika prije nego što se na površinu vrati s teretom znanja.

Dubina koju bi takva zemaljska sonda mogla doseći bila bi ograničena tlakom što ga mogu izdržati stijenke. Taj bi tlak mogao biti vrlo visok ako bi prazni prostori u uređaju bili ispunjeni tekućinom. (To je još jedan razlog da ne bude posade.)

U laboratorijima je postignut tlak od 250 tona po kvadratnom centimetru što odgovara tlaku u dubini od 650 kilometara prema središtu Zemlje. To ne znači da bismo mogli sagraditi vozila koja bi teorijski izdržala pritisak na dubini od 650 kilometara ali čini se da je jedna desetina toga broja u granicama mogućeg. Temperatura je manji problem; izuzevši poneko vruće mjesto poput vulkana, temperatura kore nije veća od 300° do 350° C. Izgleda da bismo, ako to doista želimo, pomoću strojeva što bi se mogli zamisliti već u sklopu današnje tehnologije mogli napokon istražiti veći dio Zemljine kore.

Ma koliko problemi čovjekova neposrednog istraživanja vanjskih slojeva Zemlje izgledali teški, oni su neznatni u usporedbi s onima što bismo ih morali riješiti ako želimo prodrijeti još dublje. Tu nam ne bi pomogla postojeća tehnologija; materijali koji-

ma raspolažemo ne mogu izdržati pritisak od 3 000 tona na kvadratni centimetar pri 3 000° C. U takvim uvjetima ne bismo mogli održati šupljinu veliku kao glavica pribadače niti čitavu sekundu; ne samo da bi naši najotporniji metali tekli poput vode već bi se preobrazili u nove, gušće strukture.

Istraživanje duboke Zemljine unutrašnjosti nećemo moći izravno provesti dok god i ako ne ovladamo silama snažnijima za nekoliko redova veličine od onih kojima raspolažemo danas. Ipak, o Zemljinoj ćemo utrobi možda više saznati iako tamo ne možemo otputovati.

Postigli bismo izvanredan uspjeh najveće znanstvene i praktične vrijednosti kad bismo dubinu Zemlje mogli snimiti jednakom preciznošću kojom smo u stanju istražiti unutrašnjost svojih tijela. Liječniku iz 1860. bio bi nezamisliv rendgenski snimak; danas pak uspijevamo snimiti jednu vrstu grube rendgenske snimke Zemlje pomoću valova izazvanih prirodnim potresima ili eksplozijama. (Možemo izazvati dovoljno jake eksplozije da potresemo cijeli naš planet; malo je poznato da bi se najveća eksplozija koja je ikad zabilježena — erupcija Krakataua 1883 — mogla usporediti s većom vodikovom bombom.)*

Slike su vrlo grube i nedostaju im pojedinosti, ne govore gotovo ništa o gustoj središnjoj jezgri čiji je promjer gotovo 6 000 kilometara. Ne znamo čak ni od čega se sastoji. Stara teorija da je jezgra od željeza u posljednje je vrijeme odbačena i moglo bi se pokazati da se radi o nekoj uobičajenoj stijeni stlačenoj ogromnim pritiscima u strukturu gušću od olova.

Da bismo istražili to područje potrebni su nam valovi koji će kroz krutu Zemlju prolaziti jednako lako kao rendgenske zrake kroz ljudsko tijelo ili svjetlosni valovi kroz atmosferu, donoseći nam podatke što ih prikupe na svom putu. No takva je zamisao očito besmislena; dovoljno je pomisliti na

* Umjesto »većom« čitajte »manjom«. Takav je naime napredak postignut otkad je napisano ovo poglavlje.

12 700 km neprobojne stijene i metala što nas dijele od Antipoda...

No, razmislite ipak. Ako ne valovi, postoje ipak takve pojave za koje je masivna Zemlja prozirna poput mjehura od sapunice. Jedna takva pojava je gravitacija; premda još nisam sreo fizičara koji bi mi izravno odgovorio na pitanje: »Širi li se gravitacija valovima?«, nema sumnje da prolazi kroz Zemlju kao da je i nema.

Jednako je tako prodorna najčudnija i najneuhvatljivija od svih atomskih čestica — neutrino. Nekoliko centimetara ili najviše koji metar materijala poput olova zaustavlja sve ostale čestice. Ali nevjerojatni neutrino bez mase i naboja* može proći kroz olovni zid debljine pedeset svjetlosnih godina a da ga to ni najmanje ne uznemiri. Ovoga časa kroz našu takozvanu krutu Zemlju jure brzinom svjetla bujice neutrina i samo jedan među milijun milijuna opaža tu neznatnu zapreku.

Ne želim reći da bismo za proučavanje Zemljine jezgre mogli upotrijebiti bilo gravitaciju, bilo snopove neutrina. Oboje je vjerojatno previše prodorno za tu svrhu jer ne možete snimiti predmet sa zrakama za koje je on potpuno proziran ali ako u prirodi već postoje tako neobične pojave, možda ima i takvih čije su osobine upravo takve kakve trebamo te bismo ih mogli iskoristiti za snimanje unutrašnjosti našeg planeta kao što radiolozi snimaju unutrašnjost tijela.

Možda ćemo otkriti nakon što provedemo takvo istraživanje da u dubini Zemlje nema ništa osobito zanimljivo, nego samo homogene ljuske od stijena ili metala, sve gušće i gušće prema središtu. Svijet se međutim obično pokaže složenijim nego što smo ga mi zamišljali; uzmite samo kako je »prazan« svemirski prostor, čim smo ga počeli istraživati, odjednom obilovao radio-valovima, svemirskom prašinom, lutajućim atomima, nabijenim česticama i još tko zna čime. Ostane li priroda dosljedna, u dubini Zem-

* Da vas izbavim muke, on ima spin.

lje otkrit ćemo nešto što ćemo htjeti pogledati izbliza.

A možda bi to nešto htjelo pogledati nas kao što sam zamislio prije nekoliko godina u pripovijetki »The Fires Within« (»Vatre s unutrašnje strane«). Ona se temeljila na činjenici da materija izložena visokom tlaku poprima oblike koji su tako zgusnuti da bi se u usporedbi s njima obična stijena činila rjeđom od zraka. Ta je usporedba zapravo preblaga jer je granit gušći od zraka oko 2 000 puta, a »urušena materija« u jezgri patuljaste zvijezde 100.000 puta, u nekim slučajevima i 10,000.000 puta gušća od granita. Premda su tlakovi u unutrašnjosti Zemlje mnogo manji da zbiju atome do takve nepojmljive gustoće, za volju mašte zamislio sam bića od stlačene tvari koja plivaju po unutrašnjosti Zemlje kao što ribe plivaju po moru. Nadam se da nitko nije tu zamisao shvatio ozbiljnije od mene ali ona nam može poslužiti kao priprema za isto tako iznenađujuće i još tajanstvenije istine.

Uspiju li se naši potomci — ili njihovi strojevi — ikada spustiti duboko u rastaljenu Zemljinu unutrašnjost, možda će se pritom poslužiti tehnologijama razvijenim za posve drukčije svrhe, daleko odavde. Bolje ćemo upoznati te tehnologije ako se otputimo u svemir, do velikog planeta Jupitera kojega će prve naše automatske sonde ispitivati kružeći oko njega sedamdesetih godina.

Već mi je dosadilo da u knjigama o svemirskim putovanjima čitam kako je Jupiter planet na koji se čovjek »sigurno« nikada neće spustiti, premda ne mogu tvrditi da bih tamo sam rado pošao. To je svijet s promjerom jedanaest puta većim od Zemljinog i više od stotinu puta većom površinom; kad bi se cijela površina našeg planeta prostrla po Jupiteru veličinom bi bila nalik Indiji na zemaljskom globusu. Međutim ne raspolažemo nikakvim kartama Jupiterove površine jer je nikada nismo ni vidjeli. Kao ni Veneru jer je stalno prekrivena oblacima ili onim što u nedostatku boljeg izraza možemo nazvati oblacima.

Brzim obrtanjem planeta, oni su razvučeni u usporedne pojase koji se stalno mijenjaju. S udaljenosti od gotovo milijardu kilometara možemo promatrati razvoj mamutskih oluja ili poremećaja od kojih su mnogi veći od Zemlje. Meteorologija Jupitera je znanost čiji temelji još nisu postavljeni; u hladnom sumraku daleko od Sunca divovsku atmosferu vodika i helija trgaju nepoznate sile. Usprkos tim potresima, neke uočljive pojedinosti ponekad ostaju sačuvane godinama. Najpoznatija je od tih velika crvena pjega, golemi ovalni lik dugačak oko 40 tisuća kilometara koji se opaža od vremena do vremena već 120 godina a možda i tri stoljeća.

S obzirom na Jupiterovu veličinu i goleme razmjere svih tamošnjih zbivanja, prirodno se pretpostavlja da je njegova atmosfera znatno dublja od naše i da se njena debljina vjerojatno ne mjeri stotinama, nego tisućama kilometara. Ali to nije tako; budući da je Jupiterova gravitacija gotovo tri puta veća od Zemljine, atmosfera je stlačena u sloj čija debljina vjerojatno ne prelazi 80 kilometara.

Na dnu tog sloja tlak poprima vrijednosti što ih mjerimo jedino u dubinama oceana. Za ulaženje u Jupiterovu atmosferu ne bi nam bio dovoljan svemirski brod nego batiskaf. Možda i nema granične čvrste površine na koju bi se moglo spustiti bilo kakvo vozilo; vodik možda postaje sve gušći i gušći dok se ne počne pretvarati prvo u tekućinu, a zatim — kad tlakovi tisućostruko nadmaše one koji vladaju na dnu dubine Chalenger — u kruti metal. Ipak jednog će dana ljudi posjetiti i taj svijet. Istraživanje Jupitera će možda biti jedan od najvećih pothvata XXI stoljeća. Jupiter će biti laboratorij u kojemu ćemo se suprotstaviti visokim tlakovima i ovladati njima, a iz tog će se rada zatim razviti mnoge nove industrije. (Na svijetu čija je masa trista puta veća od Zemljine sirovine neće nedostajati.) Uspije li nam da preživimo u dubljim slojevima Jupiterove

atmosfere, bit ćemo pripravni za istraživanje unutrašnjosti našega vlastitog planeta.*

Naš glavni problem na Jupiteru bit će tlak, a možda i razorna snaga oluja koje vjerojatno pušu brzinom od više stotina kilometara na sat. Neće nam smetati visoke temperature; temperatura vanjskih slojeva atmosfere je oko 150° C ispod nule, a u dubljim slojevima vjerojatno vladaju tropske temperature, no to je samo nagađanje. Ako u Sunčevom sustavu i postoje mjesta koja su nam nepristupačna jedino zbog temperature, na njih ćemo naići mnogo bliže Suncu.

Planet Merkur bio bi dobar izbor. Taj mali svijet — promjera oko 5 000 km — ima tako dugo razdoblje vrtnje da Sunce prijeđe nebo tek za 88 naših dana. Kako je Sunčevo zračenje na Merkuru deset puta jače nego na Zemlji, središte osvijetljene polutke doseže 350° do 400° C. Na tamnoj strani koja toplinu prima jedino od slabašnog tinjanja zvijezda temperatura je gotovo 250°C ispod nule.

Premda je raspon tih temperatura po svakodnevnim mjerilima vrlo velik, one su ipak savladive današnjim industrijskim i znanstvenim tehnologijama. Osvajanje Merkura neće biti lako i sigurno će zahtijevati i materijalne i ljudske žrtve. Ali prave će nevolje početi tek kad se mnogo više približimo Suncu.

Približavajući se središnjem ognjištu, Suncu, u početku ćemo opaziti vrlo sporo povišavanje temperature; evo brojeva koji pokazuju što bi se dogodilo sa svemirskim brodom čiji trup ima ugodnu temperaturu od 18° C dok je u blizini Zemlje.

Prolaskom broda pokraj Venere, 110,000.000 kilometara od Sunca temperatura bi dosegla 70° C; u blizini Merkura, 60,000.000 kilometara od Sunca, bilo bi 200° C. Da temperatura broda bude viša od 500° C, morali bismo se približiti Suncu na 15,000.000 kilometara.

---

* Više o tehnologiji istraživanja Jupitera u pripovijetki »A Meeting with Medusa« (»Susret s Meduzom«) u knjizi »The Wind from the Sun« (»Sunčev vjetar«).

Nakon daljih 8,000.000 kilometara došli bismo do 1 100° C, zatim nakon još 5,500.000 kilometara, 2 500° C. Tada bismo već bili samo 800.000 kilometara iznad Sunčeve površine čija je temperatura oko 5 000° C.

Poznati su nam materijali koji ostaju kruti i na temperaturama višim od 3 000° C; grafit se tek počinje isparavati oko 3 760° C, a hafnijev karbid izdrži do 4 150° C što je, koliko znam, rekord. Prema tome, brod obložen hafnij-karbidom mogli bismo poslati na 1,500.000 kilometara od Sunca — što je stoti dio Zemljine udaljenosti — i nadati se da ćemo ga dobiti natrag cijelog. Dobro zaštićene slojevima materijala visokog tališta, što će se polako gubiti taljenjem, instrumentima opremljene sonde mogle bi čak doseći površinu Sunca prije nego što budu uništene.

No, koliko bi se Suncu mogao približiti bez opasnosti svemirski brod s ljudskom posadom? Odgovor na to pitanje ovisi o sposobnostima stručnjaka za rashladne uređaje; čini mi se da bi se čak i s ljudskom posadom mogli približiti Suncu na 8,000.000 kilometara.

Gotovo bismo se bezopasno mogli posve približiti Suncu ako primijenimo jednu korisnu lukavštinu. Kao zaklon od Sunca mogli bismo upotrijebiti pogodan asteroid ili komet, a trenutačno bi za to bila najpovoljnija omanja leteća planina primjereno nazvana Ikar.

Taj sićušan planet putuje orbitom koja ga svakih trinaest mjeseci dovede na 28,000.000 kilometara od Sunca. Ponekad on također prođe vrlo blizu Zemlje; 1968. bio je od nas udaljen jedva 6,000.000 kilometara.

Ikar je nepravilan grumen stijene promjera oko 2 do 3 kilometra i u perihelu, pod Suncem što izgleda 30 puta veće nego sa Zemlje, površina tog malog svijeta može doseći temperaturu od gotovo 500° C. On u svemir baca stožastu sjenu pa bi u hladovitom zaklonu te sjene brod mogao bezopasno kružiti oko Sunca.

U pripovijetki pod nazivom »Summertime on Icarus«* (»Ljeto na Ikaru«) opisao sam kako bi se znanstvenici mogli upustiti u takvu vratolomnu vožnju da bi se zajedno sa svojim instrumentima što više približili Suncu. Ono im ne bi moglo naškoditi dok god bi se zadržavali na hladnoj strani svog kilometar i pol debelog sjenovitog štita. Premda bi bilo moguće načiniti umjetne zaslone za zaštitu od vrućine poput današnjih obloga svemirskih kapsula koje se vraćaju u atmosferu, bilo bi potrebno dosta vremena dok ne bismo postigli jednako dobru zaštitu kakvu nam Ikar pruža besplatno. Iako malen, taj je planet vjerojatno težak oko 10 milijardi tona.

Ima možda i drugih asteroida koji se još više približavaju Suncu, a ako ih i nema mogli bismo ih prisiliti da promijene svoju putanju odgovarajućim impulsom u određenoj točki orbite. Onda bi znanstvenici, ukopani duboko ispod površine mogli iz neposredne blizine ispitati Sunčevu atmosferu proletjevši kroz nju bliskom, zakrivljenom putanjom. Zanimljivo je utvrditi trajanje te vožnje. Promjer Sunca, kao jedne od manjih zvijezda, iznosi samo 5,000.000 kilometara. Satelit koji je upravo izvan njegove atmosfere kretao bi se brzinom od 1,650.000 km/h obilazeći ga jedanput u svaka tri sata.

Komet ili asteroid koji bi prema Suncu padao sa Zemljine udaljenosti u najbližoj bi se točki gibao nešto brže od toga. Iznad površine Sunca on bi projurio sa 2,000.000 km/h, pa bi njegov obilazak oko Sunca trajao nešto više od sata, nakon čega bi se ponovo uputio u svemir. Instrumenti i promatrači u dubini asteroida bili bi sigurni čak i ako bi tokom procesa isparilo nekoliko megatona stijena — osim, dakako, ako ne bi bila greška u proračunu pa bi asteroid ušao preduboko u Sunčevu atmosferu i izgorio zbog trenja što se već dogodilo s mnogim umjetnim Zemljinim satelitima.

To bi bila Vožnja! Zamislite jurnjavu visoko iznad središta divovske Sunčeve pjege, kratera koji zjapi 150.000 kilometara, premoštenog lukovima pla-

* Vidi »Tales of Ten Worlds« (»Priča s deset svjetova«).

mena po kojima bi se naša Zemlja mogla kotrljati kao dječji obruč na pločniku. U tom paklu gdje čitavi kontinenti užarenih plinova izlijeću uvis brzinom od stotinjak kilometara u sekundi, otkidajući se ponekad da bi nestali u svemiru, eksplozija naše najjače vodikove bombe prošla bi nezapaženo.

U svojoj pripovijetki »The Golden Apples of the Sun« (»Zlatne Sunčeve jabuke«) Ray Bradbury opisao je spuštanje svemirskog broda u Sunčevu atmosferu zbog uzimanja uzorka Sunčeve materije (o čijem sastavu sada znamo da je 90 posto vodika i 10 posto helija uz tragove svih ostalih elemenata). Kad sam prvi put pročitao tu pripovijetku odbacio sam je kao dopadljivo maštanje; sad više nisam tako siguran. U određenom smislu mi smo već posegnuli za Suncem i dotakli ga kada smo uspostavili radarsku vezu 1959 — kako bi se to nevjerojatnim činilo prijašnjem naraštaju! Čak ni fizičko približavanje nije više nezamislivo zahvaljujući razvoju nove znanosti, fizike plazme rođene oko 1950.

Fizika plazme, poznata i pod zamršenim imenom magneto-hidrodinamika, bavi se ispitivanjem plinova pri vrlo visokim temperaturama u magnetskom polju. Ona nam je već omogućila da u laboratoriju postignemo temperature od više milijuna stupnjeva a konačno bi nam mogla omogućiti da ovladamo neograničenim izvorima energije dobivenom fuzijom vodika. Smatramo da ćemo daljim napretkom te mlade znanosti dobiti također magnetske ili električne zaslone koji će pružati bolju zaštitu i od temperature i od tlaka nego što je možemo postići bilo kakvim metalnim stijenkama. Stara znanstveno-fantastična zamisao o neprobojnom štitu sila možda više neće biti samo san; bit ćemo možda prisiljeni da je ostvarimo kao jedinu djelotvornu zaštitu od interkontinentalnih balističkih projektila. Kad to postignemo imat ćemo u rukama ključ za unutrašnjost Zemlje pa čak i za unutrašnjost Sunca.

To traganje za nedostižnim odvelo nas je u mašti na neka čudna i negostoljubiva mjesta. Središte Zemlje, dubina Jupiterove atmosfere, površina Sunca

— sve je to svakako izvan dohvata današnjih tehnologija, no smatram da sam pokazao kako ima dovoljno razloga za mišljenje da to ne mora zauvijek ostati tako budemo li zaista željeli posjetiti ta mjesta. Time nismo još ni izdaleka iscrpili spremnost svemira za neobična iznenađenja pa ako me još uvijek slijedite, posjetit ćemo još jedno mjesto.

Već sam spomenuo patuljaste zvijezde, malena sunca na posljednjem stupnju razvoja zvijezde. Neke su od njih manje od Zemlje, pa ipak usprkos promjeru od samo nekoliko tisuća kilometara sadrže jednaku količinu tvari kao i normalne zvijezde. Atomi od kojih su građene stlačeni su golemim tlakovima koji vladaju u njihovoj unutrašnjosti do gustoća koje više milijuna puta premašuju gustoću vode. Prostorni centimetar tvari zvijezde može težiti više desetaka tona.

Iako većina tih patuljaka zbog visoke temperature isijava crvenu ili bijelu svjetlost, teorijski mogu postojati i hladni »crni patuljci«. Oni bi bili na samom kraju razvojnog toka, a bilo bi ih vrlo teško uočiti jer, poput planeta, ne bi isijavali svoju vlastitu svjetlost, nego bi ih mogli opaziti jedino ako odražavaju svjetlost ili za vrijeme prolaza ispred nekog drugog tijela. Budući da je naša galaktika još uvijek prilično mlada — ona nije mnogo starija od 25,,000,000.000 godina — vjerojatno je da nijedna od njenih zvijezda nije još dosegla konačni stupanj »crnog patuljka«; no, njihovo će vrijeme doći.

Ti leševi zvijezda bit će najneobičniji objekti u svemiru. Njihova golema brojnost i malena veličina uzrokovale bi nevjerojatno jaka gravitacijska polja i do milijun puta jača od Zemljinog. Svijet bi s takvom gravitacijom morao biti savršeno okrugao; ni planine ni brdašca ne bi se izdizali više od djelića centimetra nad površinom, a atmosferski bi omotač bio tanji od metra.

Pri takvoj gravitaciji svi bi se predmeti — pa čak i oni od najčvršćih metala — slijevali pod svojom vlastitom težinom dok se ne bi razlili u tanak sloj. Čovjek bi tamo težio koliko brod »Queen Elizabeth«

teži na Zemlji i nestao bi tako brzo da se njegovo razaranje ne bi moglo pratiti golim okom jer bi se dogodilo u tisućinki sekunde. Pad s udaljenosti od jednog centimetra odgovarao bi na Zemlji otprilike padu s vrha Mount Everesta na morsku razinu.

Ipak, usprkos gravitacijskom polju goleme snage, moglo bi se približiti takvom tijelu na stotinjak metara. Usmjeren u preciznu putanju, svemirski brod ili sonda mogao bi, barem u teoriji, projuriti pokraj njega poput kometa koji obilazi Sunce. U takvom brodu ne biste osjetili ništa osobito, čak niti u trenutku najvećeg približavanja. Pri ubrzanju od milijun gravitacija još uvijek biste bili u beztežinskom stanju jer biste slobodno padali. Jureći nisko nad površinom umiruće zvijezde, brod bi dosegao najveću brzinu od gotovo 40,000.000 km/h, a zatim bi se opet vratio u svemir izmičući njenom zagrljaju.

Ali što je sa stvarnim spuštanjem na površinu tog patuljka? Bilo bi to moguće uz dvije pretpostavke od kojih niti jedna ne krši neki poznati fizikalni zakon. Bio bi nam potreban pogonski sustav milijunima puta snažniji od bilo kojeg danas poznatog, a osim toga trebali bismo potpuno i pouzdano sredstvo za poništavanje gravitacije tako da bi se rušilačko vanjsko polje moglo skratiti barem za šest znamenki. Ako bi samo 0,001 posto te zastrašujuće gravitacije »procurilo« u brod, posada bi bila stlačena u kašu. Međutim, ako bi kompenzirajuće polje zakazalo, oni ne bi ništa ni osjetili; sve bi bilo gotovo tako brzo da živčana vlakna ne bi stigla reagirati.

Svijet »crnog patuljka« svojom bi neobičnošću nadilazio maštu; zbog gravitacijskog polja bila bi promijenjena i sama geometrija prostora a svjetlost se ne bi širila pravocrtno nego zakrivljeno. Danas ne možemo pretpostaviti što bi se sve na takvom svijetu promijenilo u normalnom redu stvari što je svakako razlog da se tamo uputimo ako to ikada bude moguće.

U naše vrijeme ljudi su kroz okna batiskafa već zavirili u područja udaljena samo desetak centimetara gdje bi u djeliću sekunde bili zgnječeni pritis-

kom od nekoliko tona na svaki četvorni centimetar površine tijela. To izvanredno dostignuće je pobjeda hrabrosti i tehničkog znanja. Za nekoliko će stoljeća, na udaljenosti od nekoliko svjetlosnih godina od Zemlje, ljudi možda kroz slična okna promatrati mnogo okrutniji okoliš patuljaste zvijezde.

Kako li će neobično biti gledati glatku, geometrijski savršenu površinu s druge strane kompenzirajućeg polja svemirskog broda i pomišljati kako ste u mjerilima Zemljine slabašne gravitacije prividno viši od tisuću kilometara.

Pogovor — neutronske zvijezde

Otkada je napisano ovo poglavlje radio-astronomi su otkrili »pulsare« za koje se smatra da su neutronske zvijezde — tijela promjera desetak kilometara s gustoćom stotinjak milijuna većom od nevjerojatnih crnih patuljaka. Gravitacija na površini takvog tijela bila bi stotinu milijardi (100,,000,000.000) puta veća od Zemljine ili stotine tisuća puta veća nego na crnom patuljku!

Usprkos Prvom Clarkovom zakonu, moja se mašta prepala pomisli o spuštanju na takvo tijelo. Čak bi i približavanje u slobodnoj putanji na udaljenosti od nekoliko polumjera (desetak kilometara) bilo krajnje opasno zbog izrazitih kolebanja privlačnih sila (vidi »Neutron Tide« — »Neutronska plima« — u knjizi »The Wind from the Sun« — »Sunčev vjetar«).

X poglavlje

NEOSVOJIVI SVEMIR

Čovjek nikada neće osvojiti svemir. Nakon svega što je bilo rečeno u posljednja dva poglavlja, ova tvrdnja smiješno zvuči. Ipak ona izražava istinu u koju naši preci nisu sumnjali, koju smo mi zaboravili, a naši će je potomci morati ponovo naučiti.

Naše je doba u mnogočemu jedinstveno, puno zbivanja i pojava što se nikad ranije nisu događale i neće se nikada više ponoviti. To je utjecalo na naš način razmišljanja, pa vjerujemo da će uvijek vrijediti ono što je istina danas, samo u većim razmjerima. Uspjeli smo savladati udaljenosti na našem planetu pa zamišljamo da će nam to još jednom poći za rukom. Činjenice govore suprotno, a jasnije ćemo ih sagledati ako se načas pozabavimo prošlošću.

Golemo prostranstvo Zemlje imalo je presudan utjecaj na život i način mišljenja naših predaka. U prošlim vremenima svijet je doista bio velik i nije bilo čovjeka koji je mogao vidjeti više od njegova beznačajnog djelića. Nekoliko stotina kilometara, najviše tisuću, bilo je tada neizmjerno daleko. Carstva i kulture cvale su na istom kontinentu gotovo bez ikakvih međusobnih dodira osim neodređenih glasina koje kao da su dolazile s udaljenog planeta. Napuštajući svoje domove u potrazi za novim, pioniri i pustolovi prošlih vremena opraštali su se zauvi-

jek od svog zavičaja i prijatelja. Još prije pedesetak godina roditelji su ispraćali iseljenike sigurni da ih nikad više neće vidjeti.

Sve se to promijenilo tokom života jednog naraštaja. More, kojim je Odisej lutao čitavo desetljeće, mlažnjaci puni turista prelete za jedan sat, a sateliti prevale udaljenost između Troje i Itake za minutu.

Ništa na Zemlji nije više daleko ni psihološki ni fizički. Kad nam prijatelj ode u zemlju koja je nekad smatrana dalekom i ne namjerava se vratiti, nemamo osjećaj konačnog rastanka koji je rastužívao naše pretke. Znamo da je udaljen samo nekoliko sati leta mlažnjakom i da je dovoljno da posegnemo za telefonom da bismo mu čuli glas. A za nekoliko godina kad se usavrši mreža satelitskih komunikacija moći ćemo i vidjeti naše daleke prijatelje isto tako lako kao što ih danas možemo čuti u istom gradu. Nakon toga svijet se više neće sažimati jer će time već postati točka bez dimenzija.

No, nova pozornica koja se otvara za ljudsku dramu neće se nikad sažeti poput stare. Savladali smo prostor ovdje na maloj Zemlji ali nikad nam to neće uspjeti sa svemirskim prostorom koji zjapi među zvijezdama. Kao u doba kad je pjevao Homer, ponovo se moramo suočiti s neizmjernošću i prihvatiti njenu veličinu i prijetnju, njene nadahnjujuće mogućnosti i zastrašujuća ograničenja. Iz svijeta koji je postao premalen selimo se u svijet koji će uvijek biti prevelik i čije će nam granice izmicati čim za njima posegnemo.

Razmotrimo prvo umjerene međuplanetarne udaljenosti načega Sunčevog sustava što ih se upravo spremamo napasti. Već je i prvi »Lunjik« u tim razmjerima načinio velik korak udaljivši se od Zemlje više od 330,000.000 km — što je šesterostruka udaljenost do Marsa. Kad nam pođe za rukom primjena nuklearne energije za pogon svemirskih brodova, Sunčev će se sustav sažeti na prividne dimenzije jedva nešto veće nego što je Zemlja danas. Do najudaljenijih planeta putovat ćemo manje od jednog

tjedna, a Mars i Venera bit će udaljeni nekoliko sati vožnje.

Taj uspjeh što ćemo ga postići u slijedećih sto godina pretvorio bi Sunčev sustav u ugodno područje gdje bi se osjećali kao kod kuće, a veliki planeti poput Saturna i Jupitera imali bi u našim mislima ulogu sličnu onoj što je danas igraju Afrika ili Azija. (U ovom se času nećemo obazirati na bitne razlike u klimi, atmosferi i gravitaciji.) To je možda donekle točno, no čim se udaljimo izvan Mjesečeve putanje, već nakon 400 000 km od Zemlje, naići ćemo na prvu prepreku koja razdvaja Zemlju od njene raspršene djece.

Zadivljujuća telefonska i televizijska mreža koja će uskoro pokriti cijeli svijet, tako da će svi ljudi postati susjedi, nikad se neće moći protegnuti u svemir. Nikada neće biti moguće razgovarati s nekim na drugom planetu.

Nemojte pogrešno shvatiti ovu tvrdnju. Čak i s današnjim radio-uređajima ne bi bilo teško odaslati govornu poruku na druge planete, ali poruke bi putovale minutama, a ponekad i satima, jer radio-valovi i svjetlost šire se istom ograničenom brzinom od 300.000 km u sekundi. Za dvadeset godina moći ćete možda slušati svog prijatelja s Marsa ali riječi koje budete čuli bit će izgovorene najmanje tri minute ranije, a vaš odgovor trebat će isto toliko vremena da stigne do njega. U takvim okolnostima moguća je razmjena govornih poruka ali ne i razgovor. Već i kad se radi o bliskom Mjesecu vremensko zaostajanje od dvije i pol sekunde čini teškoće. Kod udaljenosti većih od 1,500.000 km ono bi bilo nepodnošljivo.

Za kulturu koja podrazumijeva trenutačnu komunikaciju kao bitan element civiliziranog života, takva bi »vremenska prepreka« mogla imati dubok psihološki utjecaj. Ona će vječno podsjećati na opće zakone i ograničenja što ih naša tehnologija nikad neće prevladati. Čini se naime sigurnim, koliko to uopće nešto može biti, da nikakav signal ili materijalna čestica ne može putovati brže od svjetlosti.

Brzina svjetlosti je krajnja granica brzine te je važan element prostorno-vremenske strukture. U tijesnim granicama Sunčevog sustava to nam neće previše smetati oko se pomirimo sa zakašnjenjem poruka koje je time uzrokovano. U najgorem slučaju ono će iznositi deset sati — koliko je potrebno da radio-signal prevali promjer putanje Plutona, najudaljenijeg planeta od Sunca. Kad se radi o tri unutrašnja planeta — Zemlji, Marsu i Veneri — to zakašnjenje nikad neće biti veće od dvadeset minuta, što neće ozbiljnije smetati službenom saobraćaju ali će onemogućiti iluziju izravnog zvučnog i vizualnog dodira koju ćemo lako moći ostvariti na Zemlji.

Kad prekoračimo granice Sunčevog sustava suočit ćemo se s potpuno novim oblicima svemirske stvarnosti. Čak i danas mnogi obrazovani ljudi ne mogu, poput primitivnih divljaka koji broje samo do tri, shvatiti razliku između prostora Sunčevog sustava i međuzvjezdanog prostora. Prvi omeđuje svijet naših susjeda, planeta, a drugi obuhvaća ona daleka sunca, zvijezde i veći je od prvog milijunima puta.

U zemaljskim mjerilima ništa ne pokazuje tako nerazmjeran skok. Da biste dobili predodžbu odnosa udaljenosti do najbliže zvijezde i udaljenosti do najbližeg planeta, zamislite svijet u kojem vam je najbliži predmet udaljen tek metar i pol a zatim nema ničega sve do 1 500 km.

Zaplašeni tim svemirskim ponorima, mnogi su konzervativni znanstvenici tvrdili da oni nikad neće biti premošteni. Neki ljudi zaista teško uče; oni koji su još nedavno ismijavali pomisao na let do planeta sada su potpuno sigurni da će zvijezde uvijek biti izvan našeg dohvata. Oni ponovo griješe jer nisu shvatili bitnu pouku našega doba: ako je nešto teorijski moguće, a nema temeljnog zakona koji bi se protivio ostvarenju, onda će to uz dovoljan poticaj prije ili kasnije biti postignuto.

Jednog dana — a to može biti u ovom stoljeću ili za tisuću godina — otkrit ćemo neki znatno djelotvorniji pogonski sustav za naša svemirska vozila. Svako se tehničko sredstvo razvija do svojih granica

(ako nije nadvladano nečim boljim), a krajnja brzina svemirskog broda je brzina svjetlosti. Taj cilj nećemo nikad dostići ali ćemo mu se znatno približiti. Tada ćemo do najbliže zvijezde putovati manje od pet godina.

Naši će se istraživački brodovi otisnuti prema sve daljim ciljevima u svemir, a krug njihova domašaja rast će brzinom bliskoj brzini svjetlosti. Pet godina do trojnog sistema Alfe Centaura, deset do dvojnih zvijezda Sirius A i B, jedanaest do zagonetne zvijezde 61 u Labudu, prve za koju se smatralo da ima planet. Ta su putovanja duga ali ne i nemoguća. Čovjek je uvijek prihvaćao cijenu svojih istraživanja i otkrića, a cijena Svemira je Vrijeme.

Jednog ćemo se dana uputiti čak i na putovanja koja će trajati stotinama ili tisućama godina. Ključ za međuzvjezdana putovanja možda će biti, nesumnjivo ostvariva, umjetna obamrlost. Drugo rješenje mogle bi biti samostalne svemirske arke, sićušni putujući svjetovi za sebe, koji bi omogućili neograničena putovanja tokom kojih bi se smjenjivali naraštaji putnika. Treća je mogućnost možda u efektu dilatacije vremena predviđene teorijom relativnosti, pri čemu vrijeme protječe naizgled sporije za putnika koji se kreće brzinom bliskoj brzini svjetlosti. A ima i drugih mogućnosti.

Uz tolik broj teorijskih mogućnosti za međuzvjezdani let, možemo biti sigurni da će se barem jedna ostvariti. Sjetimo se povijesti atomske bombe; bila su tri moguća puta da se ona načini i nitko nije znao koji je najbolji. Iskušana su sva tri — i sva tri su dovela do cilja.

Kad se dakle radi o dalekoj budućnosti, moramo predvidjeti polagano (oko 10^9 km/h) širenje ljudskog djelokruga izvan Sunčevog sustava, među suncima raspršenim u području naše galaktike. Ta sunca su prosječno međusobno udaljena pet svjetlosnih godina; drugim riječima, bit će nam potrebno najmanje pet godina za osvajanje svakog slijedećeg.

Objasnit ćemo to bolje jednom ovozemaljskom usporedbom. Zamislite beskrajan ocean posut oto-

cima od kojih su neki pusti, a drugi možda naseljeni. Na jednom od tih otoka jedna je poduzetna rasa upravo otkrila umijeće brodogradnje. Ona se sprema da istražuje ocean ali se mora suočiti s činjenicom da je najbliži otok udaljen toliko da bi putovanje trajalo pet godina i da nikakvo poboljšanje u tehnici gradnje brodova ne može to skratiti.

Što bi naši otočani mogli postići u takvim okolnostima (a mi ćemo se uskoro naći u sličnim)? Nakon nekoliko stoljeća oni bi uspostavili kolonije na mnogim obližnjim otocima i istražili mnoge druge. Uspostavljene kolonije mogle bi i same slati istraživače i tako bi neka vrsta lančane reakcije širila izvornu kulturu na sve šire područje oceana.

Razmotrimo međutim posljedice neizbježnog vremenskog zaostajanja. Veze između domovine i kolonija bile bi rijetke i slabe. Oni koji se vraćaju iz kolonija mogli bi izvijestiti o zbivanjima koja su se u najbližoj koloniji dogodila prije pet godina. Nikad ne bi mogli donijeti svježije vijesti od toga, a izvještaji iz udaljenijih dijelova oceana kasnili bi još više — možda i stoljećima. S drugih otoka nikad ne bi stizale novosti, nego samo povijest.

Niti jedan oceanski Aleksandar ili Cezar ne bi mogao proširiti svoje carstvo izvan granica svog koraljnog grebena jer bi umro prije nego što bi njegove naredbe doprle do njegovih namjesnika. Bio bi nemoguć svaki oblik nadzora i upravljanja drugim otocima i usporedbe s našom poviješću bile bi besmislene. Zbog tog razloga popularne znanstveno-fantastične priče o međuzvjezdanim carstvima i zavjerama ostaju čisto maštanje bez stvarnog temelja. Pokušajte zamisliti tok američkog građanskog rata da su vijesti s Bunker Hilla stigle do Engleske tek kad je Disraeli postao Viktorijin ministar-predsjednik, a da su njegove hitne poruke doprle do Amerike za vrijeme drugog mandata predsjednika Eisenhowera. Gledano tako, očito je zamisao o međuzvjezdanoj upravi i kulturi besmislena.

Sve zvjezdane kolonije budućnosti bit će nezavisne htjele one to ili ne. Njihovu slobodu štitit će vri-

jeme i prostor. One će ići svojim vlastitim putovima i gospodariti svojom sudbinom bez pomoći ili zapreke s majke Zemlje.

Razmotrimo sada slijedeći prigovor: možemo li biti sigurni da je brzina svjetlosti doista gornja granica? Tolike su »neprelazne« prepreke srušene u prošlosti pa će možda i ova proći poput ostalih.

Nećemo ovdje raspravljati zašto znanstvenici smatraju da nikakvo zračenje niti materijalne čestice ne mogu biti brži od svjetlosti. Pretpostavimo umjesto toga da vrijedi suprotno pa vidimo kamo će nas to odvesti. Bit ćemo čak takvi optimisti da pretpostavimo kako bi brzina prijevoza mogla konačno postati beskonačno velika.

Zamislimo vrijeme kada ćemo, razvojem tehnologija što nadmašuju naše današnje isto toliko koliko tranzistor nadmašuje kamenu sjekiru, moći trenutačno doći do bilo kojeg mjesta s isto toliko truda koliko je potrebno za biranje telefonskog broja. To bi doista svelo neizmjerne svemirske udaljenosti na nulu. Što bi uopće preostalo?

Sve što je zapravo bitno, jer svemir ima dva aspekta: veličinu i zapanjujuću složenost. Ukidanjem prvog naći ćemo se licem u lice s drugim.

Pokušat ćemo si sada predočiti ne veličinu nego količinu. Većini ljudi je danas poznat način kojim znanstvenici bilježe velike brojeve; on se naprosto sastoji u odbrojavanju nula tako da stotina postaje 10^2, milijun 10^6, milijarda 10^9 itd. To nam znatno pojednostavnjuje računanje s velikim brojevima, pa čak i vojni budžet izgleda prihvatljiviji kad je napisan kao $5{,}76 \cdot 10^9$ $ umjesto 5,,760,000.000 $.

Ocjenjuje se da je broj drugih sunaca u našoj galaktici (tj. vrtlogu zvijezda i svemirske prašine u kojem je naše Sunce periferan član udaljenog kraka spirale) oko 10^{11} ili napisano u cijelosti 100,,000,000.000. Teleskopi kojima raspolažemo mogu razlučiti oko 10^9 drugih galaktika koje nisu ništa rjeđe posute niti izvan dosega njihova vidokruga. Vjerojatno je da ima barem toliko galaktika u svemiru koliko i zvijezda u našoj galaktici ali ogra-

ničit ćemo se na one koje vidimo. One sve zajedno sadrže 10^{11} puta 10^{9} zvijezda ili ukupno 10^{20}.

Jedinica iza koje slijedi 20 znamenki je, dakako, nepojmljivo velik broj. Premda nema nade da ćemo ikada steći pravi zor o takvim veličinama, ipak možemo naslutiti što one podrazumijevaju.

Malo prije smo pretpostavili da ćemo jednog dana okretanjem brojčanika moći odabrati odredište u svemiru na koje se želimo prevesti trenutačno i bez napora nekom čudesnom metodom za odašiljanje materije, upravo kao što danas biramo telefonski broj. Kako bi izgledao svemirski telefonski imenik ako bi u njemu bila navedena samo sunca, a izostavljeni planeti ili čak pojedina mjesta na planetima?

Imenici gradova poput Londona ili New Yorka već se tiskaju u nekoliko knjiga, a u njima je samo oko milijun — 10^{6} — brojeva. Svemirski bi imenik morao biti 10^{14} puta veći da bi u njega stalo 10^{20} brojeva. Bilo bi to više stranica nego sve knjige što su izdane od izuma tiskarskog stroja.

Nastavimo naše maštanje pa zamislimo kakve bi bile posljedice postojanja 20-znamenkastih telefonskih brojeva. Zamislite metež koji bi nastao ako bi vas biranje broja 27945015423811986385 umjesto 27945015243811986385 odvelo na pogrešan kraj svemira. To nije šaljivi primjer; pogledajte te nizove brojeva i imajte na umu da nam je svaka od znamenki potrebna da bismo prebrojali zvijezde, a trebali bismo ih još više da izbrojimo njihove planete.

Pred takvim brojevima moraju klonuti čak i oni dovoljno hrabri da se ogledaju s izazovom svjetlosnih godina. Pomni pregled svih zrnaca pijeska na svim plažama svijeta bio bi daleko manji posao od istraživanja svemira.

Vraćamo se tako našoj uvodnoj tvrdnji. Mi ćemo možda prijeći sav svemir, načiniti njegovu kartu i prodrijeti do njegovih beskrajnih dubina ali ga nikad nećemo osvojiti. Kad naša vrsta dosegne svoj konačni domet i kad niti same zvijezde neće biti raspršenije od Adamovog sjemena, još, uvijek ćemo biti poput mrava koji puze licem Zemlje. Mravi su

prekrili svijet ali njime nisu zagospodarili — jer, što njihove bezbrojne kolonije znaju o svijetu ili jedna o drugoj?

Tako će to biti s nama kad se otisnemo s majke Zemlje, gubeći veze srodstva i razumijevanja, slušajući blijede i zakasnjele glasine iz druge — ili treće ili tisućite ruke raspršenih djelića ljudskog roda. Premda će Zemlja nastojati zadržati dodir sa svojom djecom, sve napore njenih povjesničara i arhivista porazit će konačno vrijeme i udaljenosti i sama brojnost podataka. Kad naša vrsta udvostruči svoju današnju starost, broj nezavisnih zajednica ili naroda mogao bi naime biti mnogo veći od ukupnog broja svih ljudi koji su živjeli do danas.

U namjeri da dokučimo veličinu svemira napustili smo područje shvatljivog, a kako tako mora biti, bolje je to učiniti što prije.

Slijedeći put kad se nađete u prirodi za ljetne noći pogledajte prema zenitu. Upravo iznad vas sjat će najsjajnija zvijezda sjevernog neba — Vega iz zviježđa Lire, udaljena dvadeset i šest svjetlosnih godina, blizu granice s koje se mi u našem kratkom životu više ne možemo vratiti. Dalje od tog bijelo-plavog svjetionika, pedeset puta sjajnijeg od našeg Sunca moći ćemo možda poslati svoje misli i tijelo ali nikada svoje srce. Jer, niti jedan čovjek neće moći otići tako daleko i vratiti se da opet sretne one koje je poznavao i volio na Zemlji.

XI poglavlje

O VREMENU

Čovjek je jedina životinja koju muči vrijeme, a ta je briga jedan od temelja njegove umjetnosti, vjere i znanosti. Vremenske pravilnosti u prirodi — izlaženje Sunca i zvijezda, godišnja doba — dovele su naime do pojma zakona i reda odnosno do astronomije, prve od svih znanosti. Nepromjenljive okolice poput dubokog oceana ili oblacima zastrte površine Venere ne pružaju poticaje razvoju inteligencije koja se na takvim mjestima možda nikad ne bi mogla pojaviti.

Ne iznenađuje, dakle, da su ljudske kulture koje su se razvile u područjima neznatnih klimatskih promjena, kao što su Polinezija i tropska Afrika, primitivne i bez razvijenog pojma o vremenu. Druge kulture koje su prisiljene svojom okolinom izgradile svijest o vremenu postajale su njime opsjednute. Dobar je primjer stari Egipat gdje se život ravnao prema godišnjim poplavama Nila. Ni prije ni poslije nijedna civilizacija nije uložila toliko napora da se približi vječnosti i da čak ospori postojanje smrti.

Vrijeme je osnovni element svih vjera, a povezivano je s pojmovima kao što su reinkarnacija, proricanje budućnosti, uskrsnuće i obožavanje nebeskih tijela, što pokazuje kalendar sagrađen od me-

galita u Stonehengeu, zodijak iz hrama Dendera i crkvena arhitektura Maya. Neke vjere (npr. kršćanstvo) smjestile su stvaranje svijeta i početak vremena u nedavnu prošlost, a kraj svemira predviđaju u bliskoj budućnosti. Druge vjere, poput hinduizma, govore o nesagledivim razdobljima prošlosti i budućnosti. Zapadni su astronomi nerado priznali da je Istok imao pravo i da se starost svemira ne mjeri milijunima nego milijardama godina — ako se uopće može izmjeriti.

Tek smo u posljednjih pedeset godina naučili ponešto o stvarnoj prirodi vremena i uspjeli utjecati na njegov tok — premda za sada ne više od nekoliko milijuntina sekunde. Otkad su se pokrenula njihala i utezi naš je naraštaj prvi koji je shvatio da vrijeme nije ni apsolutno ni nesavladivo i da tiranija sata možda nije vječna.

O vremenu je teško ne razmišljati kao o neprijatelju i može se reći da su sva dostignuća civilizacije trofeji što ih je čovjek osvojio u borbi s vremenom. Bez obzira na njihove porive, spiljski umjetnici iz Lascauxa postigli su prve pobjede u korist čovječanstva. Prije nekih tisuću generacija, kad su Zemljom još uvijek šetali mamuti i tigrovi-sabljaši, oni su otkrili način da osim svojih kostiju pošalju u budućnost i nešto od svojih misli i osjećaja. Preko vremenskih ponora, gledajući njihovim očima vidimo životinje koje su živjele u njihovom svijetu. Ali, više od toga ne možemo vidjeti.

Pojava pjesništva, vjerojatno kao dijela vjerskih obreda, bila je slijedeći napredak. Obične riječi i rečenice bivaju zaboravljene i iščeznu čim su izrečene. No, poredaju li se u neki osobiti slog događa se čarolija. Kao što kaže Shakespeare (od svih pisaca najviše obuzet vremenom):

»Ni mramor ni pozlaćeni spomenici
Prinčeva neće nadživjeti ove neuništive stihove.«

Pjesnici poput Homera, nosili su u svojim glavama jedini zapis o dalekoj povijesti što ga imamo ali je do razvoja pisma taj zapis često bio iskrivljen ili nepovratno izgubljen.

Pismo — vjerojatno najvažniji ljudski izum svih vremena — sve je izmijenilo. Platon i Cezar govore nam preko ponora stoljeća razumljivije od mnogih naših suvremenika. A izumom štamparije pisana riječ postala je gotovo besmrtna. Rukopisi, smoci pergamenta i papirusi osjetljivi su i lako se uništavaju, a od vremena Gutenberga malo je djela trajne vrijednosti koja su se zauvijek izgubila.

Prije nešto više od jednog stoljeća, pismo i likovne umjetnosti dobili su novog saveznika u zadivljujućem uređaju za bilježenje, fotografskom aparatu. Fotografija se toliko udomaćila da smo joj se odavno prestali diviti; kada bi snimanje jedne fotografije stajalo koliko i recimo lansiranje satelita toj bismo pojavi vjerojatno poklanjali dužnu pažnju.

Nijedan drugi proizvod ljudskog uma ili ruku ne priziva toliko sjećanja kao fotografija. Jedino nas ona može prenijeti u prošlost, probuditi u nama misao (radosnu ili tužnu): »Bilo je to upravo tako, na tom mjestu i u to vrijeme.« Jeftin, jednostavan fotoaparat može svakome od nas pružiti ono čime su se najveći kipari starog svijeta mučili godinama da bi udovoljili caru Hadrijanu — vjeran lik izgubljene ljubavi. Izumom fotografije dijelovi prošlosti postali su prvi put izravno pristupačni bez intervencije i iskrivljenja uzrokovanog ljudskim umom.

Zbog toga među značajkama koje razlikuju američki građanski rat od svih ranijih sukoba važno mjesto ima prisutnost Matthewa Bradya.

Fotoaparat a osobito filmska kamera, koja se pojavila pedesetak godina kasnije, donijeli su nam ne samo mogućnost da vrijeme zaustavimo nego i da ga izmiješamo i iskrivimo. Prizori prebrzi ili prepolagani da bi ih ljudsko oko moglo slijediti odjednom se mogu pratiti zahvaljujući ubrzanom ili usporenom snimanju. Tko god je ikada promatrao nepoštednu borbu dviju stabljika vinove loze koje napadaju jedna drugu udarcima svojih vitica koji traju čitav sat, sigurno je promijenio mišljenje o biljnom carstvu. Kretanje oblaka, rasprskavanje kišne kapi, izmjena godišnjih doba, zamasi krila kolibrija — u

prošlom su stoljeću ljudi o tim stvarima mogli jedino nagađati ili ih vidjeti samo na pojedinačnim snimkama. Sada ih mogu promatrati vlastitim očima kao povezanu cjelinu.

Kad se 1877. pojavio fonograf vrijeme je izgubilo svoju vjekovnu vlast nad zvukom kao i prije toga nad slikom. Poput fotoaparata, i fonograf je izumljen neočekivano premda je genijalni Cyrano de Bergerac spominjao »knjige koje govore« u jednoj od svojih znanstveno-fantastičnih romanci. Pa ipak, za razliku od fotoaparata i većine drugih suvremenih izuma, fonograf ima posebno mjesto zbog svoje krajnje jednostavnosti. Ne umanjuje se Edisonov uspjeh ako kažemo da je svaki vještiji grčki zanatlija mogao sagraditi uređaj koji bi za nas zabilježio glasove Sokrata i Demostena. U atenskom su muzeju ostaci astronomskog računala koje je znatno složenije od fonografa, pa se ponekad pitam ...

Koliko god bila impresivna dostignuća posljednjeg stoljeća ona su jadna u usporedbi s onim što bismo htjeli učiniti s vremenom kad bismo to mogli. Filozofi, znanstvenici i pjesnici uvijek su razbijali glave s problemom vremena; jedan čovjek, koji je u sebi povezivao sve te tri uloge, izrazio je ovom tužaljkom prije gotovo tisuću godina opći osjećaj: »Mičući se, prst ostavlja trag, a kad ostavi trag, nastavlja dalje« ... Sva naša pobožnost i mudrost nemoćni su da promijene prošlost pa čak ne mogu utjecati ni na brzinu kojom jurimo u budućnost. No to možda neće uvijek ostati tako.

Navedemo li sve ono čime bismo htjeli ovladati kad se radi o vremenu, bez obzira na ostvarivost, popis bi mogao izgledati ovako:

— viđenje prošlosti
— rekonstrukcija prošlosti
— mijenjanje prošlosti
— putovanje u prošlost
— ubrzavanje ili usporavanje sadašnjosti
— putovanje u budućnost
— viđenje budućnosti.

Ne pada mi više na pamet niti jedna mogućnost (ili nemogućnost) koja nije obuhvaćena jednim od ovih ciljeva pa pogledajmo što možemo učiniti da ih ostvarimo.

Što se tiče prvog vrijedi se prisjetiti da mi nikada ne vidimo i ne čujemo ništa osim prošlosti. Zvukovi što ih upravo čujete stariji su 3 tisućinke sekunde za svaki metar što ga moraju proći na putu do vašeg uha. To se najbolje opaža za vrijeme grmljavine kad prasak munje udaljen dvadeset kilometara nećete čuti još punu minutu. Ako ikad vidite munju i čujete prasak istovremeno, imat ćete sreću ako ostanete živi. Meni se to jedanput dogodilo i nikome ne preporučujem slično iskustvo.

Ono što vrijedi za zvuk vrijedi i za svjetlost ali u milijun puta manjem omjeru. Prasak groma što ga izazove munja udaljena dvadeset kilometara treba minutu da stigne do vas ali vaše oči opažaju bljesak nakon desettisućitog dijela sekunde. Za uobičajene zemaljske udaljenosti brzina svjetla je dakle beskonačno velika. Međutim kad pogledamo u svemir, vidimo događaje koji su se zbili prije više stoljeća ili čak milijuna godina.

Taj način prodiranja u prošlost vrlo je ograničen; on nam recimo ne daje mogućnost da vidimo svoju vlastitu prošlost. Također se ne možemo nadati da ćemo kad dosegnemo planete bliskih sunaca, naći visokorazvijene rase koje su nas promatrale i bilježile našu izgubljenu povijest pomoću super-teleskopa — zamisao što su je iznijeli neki naivni pisci znanstvene fantastike. Svjetlosni valovi koji dolaze sa Zemljine površine poremete se prolazom kroz Zemljinu atmosferu — ako se ne zaustave već na oblacima. Nakon toga oni su toliko oslabljeni udaljenošću da se niti teorijski ne bi mogao sagraditi teleskop kojim bi se moglo razlikovati zemaljske objekte manje od nekoliko kilometara s udaljenosti Marsa. Nikakva stvorenja na zvijezdama udaljenim 900 svjetlosnih godina ne promatraju ovog časa bitku kod Hastingsa. Svjetlosne zrake koje su kre-

nule 1066. sada su već preslabe čak i da bi dale sliku cijele Zemlje.

Postoji naime granica pojačanja svjetlosti što je određuje sama priroda valova, a tu granicu ne može zaobići nikakav znanstveni napredak. Također se ne možemo nadati da ćemo ponovno čuti zamrle zvukove kad se jednom utope u razinu šuma pozadine. Ponekad se kaže da zvuk nikad ne nestaje, nego samo postaje pretih da bi ga se čulo. To nije točno; titraji svakog zvuka tako se brzo prigušuju da za nekoliko sekundi prestaju postojati u fizikalnom smislu. Nema pojačala koje bi moglo »uhvatiti« ono što ste rekli minutu ranije, čak i kad bi bilo beskonačno osjetljivo, ono bi naprosto reproduciralo šum što ga stvaraju molekule zraka međusobnim sudaranjem.

Ako uopće postoji mogućnost da zavirimo u prošlost, ona će biti ostvarena tehnologijom koja danas još ne postoji te je ne možemo ni zamisliti. Ipak ta zamisao nije logički protuslovna i znanstveno besmislena pa bi u novijem razvoju arheoloških metoda istraživanja jedino lakomislen čovjek ustvrdio da je to nemoguće. Mi smo naime saznali o prošlosti takve činjenice koje su naizgled bile zauvijek izgubljene, bez nade da bi ih se ikada više moglo utvrditi. Jesmo li mogli očekivati da ćemo izmjeriti količinu oborina u 784. godini? To se može ustanoviti ispitivanjem debljine godova. Kako možemo odrediti starost komada kosti nepoznatog porijekla? Pomoći će nam metoda određivanja starosti ugljikom 14. Koji bi smjer pokazivala igla kompasa prije 20 000 godina? To će nam reći orijentacija magnetičnih čestica u starim slojevima gline. Kako se mijenjala temperatura oceana tokom posljednjih pola milijuna godina? Danas raspolažemo »vremenskim termometrom«, dostignućem koje zadivljuje više od mnogih drugih, koji nam govori o mijeni ledenih doba, pa čak možemo s priličnom sigurnošću ustvrditi da je prosječna temperatura mora prije 210.000 godina bila 29° C, a da je 30.000 godina kasnije pala na 21° C. Teško ćete se dosjetiti kako je to otkriveno. Tajna

je u saznanju da građa vapnenačkih ljuski nekih morskih životinja ovisi o temperaturi vode u kojoj one žive. Na temelju složenih analiza ljuske može se prema tome odrediti temperatura. Profesor Urey je mogao ustanoviti da fosilna školjka koja je živjela u moru koje je prekrivalo Škotsku prije 150,000.000 godina rođena ljeti kad je temperatura vode bila 21° C, živjela četiri godine i uginula u proljeće.

Još bi nedavno takvo poznavanje prošlosti bilo smatrano vidovnjaštvom a ne znanošću. Ono je dostignuto zahvaljujući razvoju osjetljivih mjernih uređaja (obično nusproizvoda atomskih istraživanja) koji mogu otkriti čak i najbljeđe tragove što ih na predmetima ostavlja njihova povijest. Teško je reći do koje se granice ove metode mogu razvijati. Svi događaji možda ostavljaju tragove koji su za sada još izvan dosega naših instrumenata. (Možda, međutim, u izuzetno nenormalnim uvjetima, ti tragovi postaju dostupni našim osjetilima; nije li to objašnjenje za pojavu duhova?) Možda će doći vrijeme kad ćemo moći čitati takve tragove koji su nam za sada nevidljivi. A tada će se dići zavjesa s prošlosti.

Na prvi pogled mogućnost promatranja prošlih događaja mogla bi se činiti najdivnijom sposobnošću što se može podariti čovjeku. Sve izgubljene spoznaje bile bi opet sakupljene, sve tajne razjašnjene, svi zločini otkriveni, a sva skrivena blaga pronađena. Povijest ne bi više bila mozaik nagađanja i pretpostavki; sve što danas nagađamo znali bismo. Možda bismo čak i dostigli stupanj što ga Wells pjesnički opisuje u svojoj pripovijeci »The Grisly Folk« (»Narod grizlija«):

»Možda će doći dan kad će ta opet pronađena sjećanja oživjeti pa će nam se činiti kao da smo sami bili tamo i doživjeli uzbuđenja i strahove onih pradavnih dana; možda će doći dan kad će se goleme zvijeri prošlosti ponovo pokrenuti u našoj mašti dok ćemo prolaziti nestalim prostorima, protegnuti udove koji su danas samo prah i opet osjetiti toplinu Sunca od prije milijun godina.«

S takvom moći bili bismo doista poput bogova, lutajući po volji kroz vjekove. No, jedino su bogovi dorasli takvoj moći. Kad bi se prošlost odjednom otvorila pred nama, bili bismo preplavljeni ne samo golemim brojem činjenica nego i divljaštvom, užasom i strahotama minulih stoljeća. Jedno je čitati o krvoprolićima, bitkama, kugi i inkviziciji, a drugo vidjeti to u filmovima, ali tko bi podnio prizore vječnog zla znajući da je sve što vidi stvarnost koju ne može izmijeniti. Bilo bi doista bolje da dobro i zlo zauvijek izmaknu tako pomnom ispitivanju.

Postoji i drugi oblik tog problema. Kako bi se nama dopala mogućnost da, u nekom neodređenom budućem vremenu ljudi koji se od nas razlikuju jedino svojim nadmoćnim znanjem zaviruju u naše živote promatrajući sva naša nedjela i mane kao i naše znatno malobrojnije vrline? Slijedeći put kad ćete raditi nešto nedostojno razmislite trenutak o tome da ste možda uzorak na predavanju o primitivnoj psihologiji što će biti održano za tisuću godina. Još bi bila gora mogućnost da voyeuri nekog dekadentnog budućeg doba upotrijebe svoju izopačenu znanost kako bi čeprkali po našim životima. No, možda je čak i to bolje nego da smo previše jednostavni i zastarjeli da bismo uopće pobudili njihovo zanimanje.

Rekonstrukcija prošlosti još je fantastičnija zamisao od promatranja; ona uključuje i promatranje ali ga daleko nadilazi. To zapravo nije ništa drugo nego ostvarenje pojma uskrsnuća ali sa znanstvenim, ne religijskim pristupom.

Pretpostavimo da negdje u budućnosti ljudi dosegnu mogućnost da prošlost promatraju tako detaljno da mogu odrediti gibanje svakog atoma koji je ikad postojao. Pretpostavimo da na temelju tih podataka oni rekonstruiraju odabrane ljude, životinje ili mjesta iz prošlosti. Tada bi se, premda ste stvarno umrli u dvadesetom stoljeću, vaš dvojnik mogao odjednom naći u dalekoj budućnosti sa svim svojim sjećanjima do trenutka promatranja, nastavljajući od tada novi život.

Premda je to gotovo najnevjerojatnija zamisao što je ljudski um može začeti, ne znači da je valja odbaciti. Netko je svojevremeno iznio zamisao — mislim da je to bio jedan francuski filozof — da bi na takav način u budućnosti ljudi mogli pokušati popraviti zlodjela prošlosti. Time se, dakako, ništa ne bi postiglo. Čak i kad bi nekoj super-znanosti uspjelo oživjeti žrtve davnih zločina, omogućujući im da život nastave u sretnijim okolnostima, to ne bi nimalo izmijenilo patnje originala.

Promijeniti prošlost i postići da prst briše ostavljeni trag pogodna je tema za maštanje ali ne za znanost. Mijenjanje prošlosti uključuje tolike paradokse i proturječnosti da se sigurno može opravdano smatrati kako je ono nemoguće. Poznat prigovor vremenskom putovanju odnosi se na paradoks koji nastaje ako putnik u prošlost ubije nekog svog pretka onemogućujući time svoje vlastito postojanje.

Neki domišljati pisci (npr. Robert Heinlein i Fritz Leiber) prihvatili su taj izazov razmišljajući ovako: »Pa dobro, pretpostavimo da se dogodi takav paradoks. Što onda?« Jedno od njihovih rješenja je zamisao usporednih vremenskih tokova. Oni pretpostavljaju da prošlost nije nepromjenljiva, da se npr. može vratiti u 1865. i spriječiti hitac Johna Wilkesa Bootha ispaljen u Fordovom kazalištu na Lincolna. No, takvim postupkom nestao bi naš svijet, a bio bi stvoren drugi čija bi se povijest toliko odvajala od naše da bi konačno postala potpuno različita.

Možda istovremeno postoje svi mogući svjetovi poput tračnica nekog beskrajnog ranžirnog kolodvora a mi se krećemo jednim određenim kolosijekom.

Kad bismo se mogli vraćati i mijenjati neke ključne povijesne događaje bio bi to zapravo tek povratak do skretnice i prijelaz na neki drugi vremenski tok.

No, to možda neće ići tako jednostavno, oprostite na izrazu. Neki su pisci razvili teorije koje kažu da sve kad bismo i mogli utjecati na pojedine događaje

u prošlosti, ništa se ne bi promijenilo zbog goleme inercije povijesti. Vi biste, dakle, mogli spasiti Lincolna od Boothovog metka, ali bi ga malo kasnije drugi pristaša Konfederacije dočekao s bombom u predvorju. I tako dalje...

Najuvjerljiviji argument protiv putovanja kroz vrijeme je upadljivo mala učestalost vremenskih putnika. Koliko god se naše vrijeme u budućnosti bude činilo neugodnim ipak očekujemo da bi nas budući znanstvenici i studenti posjećivali kad bi to bilo moguće. Premda bi se oni možda pokušavali prerušiti, mogle bi im se lako dogoditi kojekakve nezgode kao što bi se to događalo i nama da posjećujemo Rimsko carstvo s kamerama i magnetofonima skrivenim ispod sintetičkih toga. Putovanje kroz vrijeme ne bi moglo dugo ostati tajnom. Vremenski bi argonauti (da upotrijebim izvorni i izuzetno nenadahnut naziv iz Wellsovog djela »The Time Machine« — »Vremenski stroj«) neprestano, u raznim vremenima, upadali u neprilike i neoprezno se otkrivali. Kako se čini, glavni dokaz lošeg čuvanja tajni budućnosti su bilježnice Leonarda da Vincija. Smotra izuma budućih stoljeća koja se u njima može vidjeti je dojmljiv ali ipak nedovoljno uvjerljiv dokaz da je Italija u petnaestom stoljeću primila neki tajanstveni posjet.

Neki su pisci znanstvene fantastike pokušali zaobići ove teškoće tumačenjem da je vrijeme poput spirale, iako se ne možemo gibati duž nje, možda možemo preskočiti na susjedne zavoje i posjetiti mjesta vremenski udaljena milijunima godina tako da nema opasnosti od sudara među kulturama. Dinosauruse su možda istrijebili budući lovci na visoku divljač ali doba homo sapiensa leži izvan njihova dosega.

Iz ovog ste razabrali da ne uzimam previše ozbiljno putovanje kroz vrijeme, a mislim ni bilo tko drugi, čak ni pisci koji su tome posvetili mnogo truda i domišljatosti. Ta je tema ipak jedna od najprivlačnijih u cijeloj književnosti nadahnuvši tako različita djela kao što su »Jurgen« i »Berkeley Square«. Ona

nailazi na odaziv u najdubljim ljudskim porivima i zato će uvijek ostati zanimljiva.

Mnogo je skromnija i ostvarljivija zamisao od putovanja u prošlost mijenjanje brzine kojom odmičemo — ili naizgled odmičemo — u budućnost. Do neke mjere to se već postiže drogama. Za čovjeka koji je pod djelovanjem anestezije, vrijeme protječe beskonačno brzo. On zatvori oči na sekundu, a kad ih otvori prošlo je možda nekoliko sati. Stimulativna sredstva imaju suprotan učinak pa ima mnogo zapažanja da se umni procesi pod djelovanjem meskalina, hašiša ili drugih narkotika ubrzavaju, stvarno ili prividno. Čak i kad ne bi bilo nepoželjnih popratnih pojava takvo bi iskrivljavanje dojma o vremenu bilo vrlo ograničeno. Bez obzira na brzinu djelovanja duha, inercija tijela bi spriječila čovjeka da pokreće udove znatno brže nego što je to normalno. Kad biste u rezervoar svog automobila ulili neko super-gorivo, stroj bi se raspao, a ljudsko tijelo je neusporedivo osjetljiviji mehanizam od automobilskog stroja. Mi ga možda možemo gotovo neograničeno usporiti, omogućujući stari san o kontroliranoj zamrlosti i jednosmjernom putovanju u budućnost kakvo je poduzeo Rip Van Winkle, ali ga ne možemo ubrzati pomoću medikamenata tako da bi čovjek mogao pretrčati milju u minuti ili obaviti dnevni posao u jednom satu.

Pa ipak, uočimo li razliku između subjektivnog i objektivnog vremena, to bi se možda moglo ostvariti na neki drugi način. Prvo je vrijeme što ga osjeća ili prihvaća ljudski um koji djeluje sporije ili brže u raznim stanjima, unutar okvira o kojima smo govorili. Drugo se vrijeme mjeri nekim neživim uređajem, poput sata na njihalu, oscilirajućim kristalima ili atomima, a do ovog je stoljeća među znanstvenicima vladalo uvjerenje da objektivno vrijeme teče uvijek jednako i nepromjenljivo bez obzira što mi osjećamo. Otkriće da to nije točno jedan je od udaraca izazvanih teorijom relativnosti.

Zanimljivo je da bi stari Egipćani možda lakše prihvatili relativnost vremena. Njihovi prvi jedno-

stavni sunčani satovi imali su brojčanike podijeljene na jednake lukove pa se trajanje njihovih »sati« neizbježno mijenjalo tokom dana. Oni su se toliko navikli na promjenljivo mjerenje vremena da su, nekoliko stoljeća kasnije, kad su konstruirali vodene satove uložili mnogo truda da ih usklade sa svojim tradicionalnim načinom mjerenja. »U toku vode«, kaže Rudolf Thiel u svojoj knjizi »And There Was Light« (»I bi svjetlo«), »oni su imali izravnu sliku jednoličnog toka vremena. No, izuzetnom vještinom i domišljatošću oni su umjetno izazivali nepravilnost u pravilnoj prirodnoj pojavi kako bi postigli da vrijeme teče onako kako se njima činilo jedino pravilno, u skladu s njihovim sunčanim urama.«

Promjenljivost vremena prirodna je i neizbježna posljedica Einsteinovog otkrića da se vrijeme i prostor ne mogu razmatrati odvojeno jer su razni vidovi istog pojma što ga je on imenovao prostor-vrijeme. Suprotno uvriježenom mišljenju, razlozi koji vode tom zaključku nisu tako teško razumljivi da ih ne bi mogao shvatiti nestručnjak; oni su tako elementarni da začuđuju svojom jednostavnošću. (Pitam se kako je često Einsteina razbjesnilo pitanje: »Zar je to sve?«) Objašnjavanje pojma relativnosti slično je uvjeravanju starog Egipćanina da je njegov vodeni sat zapravo bolji od sunčanog ili dokazivanju srednjovjekovnom fratru da ljudi s druge strane okrugle Zemlje ne padaju u prazno. Sve je to jednostavno nakon što se uklone stare predrasude.

Ne namjeravam da ovdje tumačim relativnost, jer svaka javna knjižnica raspolaže nizom popularnih knjiga o toj temi. (Jedna je od najboljih ponovno izdana knjiga Clementa V. Durella »Readable Relativity« — »Razumljiva relativnost«, Bell and Sons Ltd.) Ipak, ovo bi mogla biti korisna usporedba:

U svakodnevnom životu smo navikli da dijelimo prostor na tri dimenzije ili smjera koje nazivamo lijevo-desno, naprijed-nazad i gore-dolje. Jedan od tih smjerova nije potpuno ravnopravan s ostalima u

što se može svatko uvjeriti ako izađe kroz prozor na desetom katu, ali naprijed-nazad i lijevo-desno mogu se po volji izabrati (relativni su). Oni ovise samo o položaju promatrača; zakrene li se promatrač, smjerovi se zakreću s njim.

Promotrimo li stvar pažljivije ustanovit ćemo da ni smjer što ga zovemo gore-dolje nije apsolutan kao što obično podrazumijevamo. On se mijenja od mjesta do mjesta na Zemlji, što je zadavalo muke davnim teolozima kad su pokušavali odrediti položaj nebeskog carstva. Pa čak i na jednom mjestu »gore« može prividno biti u raznim smjerovima. U mlažnjaku koji ubrzava uzletnom pistom osjećate snažan potisak, a vaše bi sjedalo zauzelo nov položaj koji odgovara zakrenutom sustavu osi kad bi bilo slobodno ovješeno. Vaše gore i naprijed nije više ono isto koje vrijedi za čovjeka u aerodromskoj čekaonici. Vaši koordinatni sustavi protežu se u istom prostoru ali su međusobno zakrenuti. Nešto od njegovog vodoravnog postalo je dio vašeg uspravnog smjera.

Otprilike slično tome, promatrači koji se gibaju različitim brzinama dijele prostor-vrijeme u donekle različitim omjerima pa jedan dobije, pojednostavljeno rečeno, malo više vremena i malo manje prostora od drugog, premda je ukupni zbroj uvijek jednak. (Zbrajanje vremena i prostora može vam zvučati poput zbrajanja jabuka i krušaka ali sad se nećemo baviti elementarnom matematičkom varkom koja to omogućuje.) Tako vremenski tok u svakom sustavu — u svemirskom brodu na primjer — ovisi o brzini kojom se taj sustav giba i također o gravitacijskim poljima čijim je utjecajima izložen.

Pri normalnim brzinama i običnim gravitacijskim poljima iskrivljenje vremena je zanemarivo. Čak i u umjetnom satelitu koji juri oko Zemlje sa 30.000 km/h, sat bi izgubio samo jedan otkucaj na tri milijarde. Astronaut koji obiđe Zemlju jedanput ostario bi milijuntinu sekunde manje od svojih drugova na Zemlji; ostali učinci leta sigurno bi poništili taj efekt.

Tek 1959. uspjelo je pokusom pokazati to nevjerojatno malo skraćenje vremena pri skromnim ovozemaljskim brzinama. Tu nije mogao pomoći niti jedan sat načinjen ljudskom rukom, nego je to omogućeno zahvaljujući sjajnoj tehnici što ju je razvio njemački fizičar Mössbauer, a koja koristi atomske vibracije za mjerenje vremena uz točnost bolju od jedan na milijun milijuna. Pazite, ne jedan dio na milijun, nego jedan na milijun milijuna.

Razmotrimo načas što to znači jer to je još jedna pobjeda nad vremenom, pobjeda mjerne tehnike o kojoj graditelji prvih sunčanih i vodenih ura nisu mogli niti sanjati. Sat čija je točnost jedan dio na milijun milijuna, a to je ono što nam je, za određene primjene, dao dr Mössbauer, izgubio bi samo jednu sekundu u 30.000 godina — jedan otkucaj od prvih pećinskih slikara iz Lascauxa do prvih kolonizatora Marsa. Takva bi nam točnost u mjerenju duljina omogućila da odredimo promjenu promjera Zemlje kad bi se on povećao ili smanjio za debljinu jedne bakterije.

Dok je efekt promjene vremena kod normalnih brzina malen, pri velikim brzinama on postaje znatan, a blizu brzine svjetlosti čak vrlo izrazit. U svemirskom brodu čija je brzina 87% brzine svjetlosti ili 940,000.000 km/h vrijeme bi prolazilo upola sporije nego na Zemlji. Kod 99,5% brzine svjetlosti — 1,,075,000.000 km/h — usporenje bi bilo desetostruko. Mjesec dana na brodu odgovaralo bi gotovo godini na Zemlji. (Nadam se da će mi stručnjaci za relativistiku oprostiti zbog ovih pojednostavljenja i neobrazloženih pretpostavki; ostale molim da zanemare ovu primjedbu.)

Važno je napomenuti da svemirski putnici ne bi imali nikakvu mogućnost da utvrde da se s njima događa nešto neobično. Sve bi na brodu izgledalo normalno, a zapravo bi i bilo tako. Tek nakon povratka na Zemlju oni bi otkrili da je ovdje prošlo mnogo više vremena nego u jurećem brodu. To je takozvani vremenski paradoks koji dozvoljava, barem u načelu, da se čovjek vrati na Zemlju stoljeći-

ma ili tisućljećima nakon što ju je napustio, ostarivši u međuvremenu samo nekoliko godina. Za onoga tko je upoznat s teorijom relativnosti ovdje, međutim, nema paradoksa jer je sve to prirodna posljedica ustrojstva prostora i vremena.

Efekt promjene vremena mogao bi se korisno upotrijebiti prilikom leta na zvijezde, bude li to ikad postignuto. Iako bi takvi letovi trajali stoljećima, astronautima to ne bi tako izgledalo. Prema tome, jednosmjerno putovanje u budućnost je neizbježan nusproizvod dalekosežnog svemirskog putovanja. Međuzvjezdani putnik mogao bi se vratiti na svoju Zemlju ali ne i u svoje doba.

Prije pedeset godina takva bi mogućnost bila odlučno zanijekana, no danas je to prihvaćeni aksiom znanosti. To nas navodi na pomisao da možda postoje i druge mogućnosti za promjenu toka vremena — mogućnosti kojima bi se izbjegle neugodnosti putovanja od nekoliko svjetlosnih godina.

Moram odmah reći da izgledi ništa ne obećavaju. Teorijski bi oscilacije i vibracije imale sličan učinak na vrijeme ali bi iznosi koji bi izazivali željeni efekt bili toliki da niti jedan materijalni predmet ne bi podnio popratna naprezanja. Gravitacija utječe na vrijeme kao i brzina, a taj pristup pruža više nade. Ovladamo li ikad gravitacijom, možda ćemo ovladati i vremenom. I ovdje bi već za male promjene vremena bile potrebne titanske sile. Čak i na površini bijelog patuljka gdje su gravitacijske sile tisućama puta jače od ovih na Zemlji, bili bi potrebni vrlo precizni satovi da bi se opazilo da vrijeme teče sporije.

Do sada ste vjerojatno već primijetili kako je sve poznate načine da se utječe na vrijeme izuzetno teško primijeniti a istodobno djeluju u najbeskorisnijem smjeru. Iako ima prilika kad bismo rado usporili svoje vrijeme prema ostalom svijetu, tako da nam se čini da vrijeme prolazi u trenu, obrnuti bi nam učinak bio mnogo korisniji. Svatko od nas je ponekad osjetio očajničku potrebu za vremenom, a nekoliko minuta — ili čak sekundi — često odlučuje

o životu ili smrti. Borba s vremenom ne bi bila problem u svijetu u kojem bi se satovi mogli zaustaviti pa makar i na kratko.

Nemamo pojma kako bi se to moglo ostvariti. Ni teorija relativnosti ni bilo što drugo ne upućuje nas na to rješenje. No, stvarno ubrzavanje vremena — ne subjektivno i ograničeno kakvo se postiže drogama — toliko bi nam koristilo da ćemo, ako je to uopće moguće, jednog dana otkriti kako se ono postiže i upotrebljava. Teško je zamisliti društvo u kojem bi Organizacija ujedinjenih naroda mogla obaviti cjelodnevno hitno zasjedanje u vremenu što ga ostatak New Yorka potroši za jednu kavu ili u kojem bi pisac mogao odvojiti jedan sat da napiše knjigu od 80.000 riječi. Takvo društvo možda nije privlačno i sigurno nije vjerojatno, ali ne usuđujem se tvrditi da nije moguće.

Jedini je oblik putovanja kroz vrijeme u kojemu možemo uživati svaki dan, putovanje u budućnost stalnom brzinom od 24 sata dnevno. Mogućnost promjene toka tog vremena nije, kako smo vidjeli, znanstvena besmislica. Osim putovanja svemirom golemom brzinom i privremena zamrlost mogla bi nam omogućiti putovanje u buduća stoljeća, daleko iznad normalnih granica života.

No, pod putovanjem kroz vrijeme većina ljudi podrazumijeva mnogo više od toga. Oni bi htjeli otići u budućnost i opet se vratiti u sadašnjost, po mogućnosti s potpunim popisom burzovnih tečaja. To, dakako, uključuje putovanje u prošlost, jer s gledišta budućnosti mi smo (bili?) prošlost, a već smo zaključili da je to nemoguće.

Bio bih spreman reći da je uvid u budućnost, a to je očito skromniji pothvat od stvarne posjete, jednako tako nemoguć, kad velik broj slučaja ne bi govorio suprotno. Naravno, uvijek je bilo vidovnjaka i nepogrešivih proroka koji su tvrdili da mogu pretkazati budućnost. »Čuvaj se Martovskih Ida«, vjerojatno je najpoznatije od takvih proročanstava. Posljednjih godina profesor Rhine sa sveučilišta Duke i dr Soal te njegovi suradnici u Engleskoj dali su

mnogo čvršći dokaz »prekognicije«, doduše u statističkom obliku koji kod većine ljudi izaziva nevjericu. U ovom je slučaju nevjerica možda opravdana jer je moguće da nešto nije u redu s osnovnim matematičkim pristupom analizi pokusa s pogađanjem likova na kartama na kojima se temelji većina zaključaka o prekogniciji. Čitava stvar je tako složena i tako opterećena predrasudama i uzbuđenjem da predlažem da je žurno i oprezno napustimo. Želite li o tome saznati nešto više, potražite u nekoj bolje opremljenoj knjižnici karticu pod imenom Rhine, J. B..

Može li se, čak i načelno, predvidjeti budućnost jedno je od najosjetljivijih filozofskih pitanja. Prije stotinu pedeset godina, kad je Newtonova mehanika postizala najveće uspjehe u predviđanju gibanja nebeskih tijela odgovor je glasio: »Da«. Ako bi bili poznati položaji i brzine svih atoma u svemiru, matematičari bi u načelu mogli izračunati što će se sve dogoditi dok god teče vrijeme. Smatralo se da je budućnost predodređena do najsitnijih pojedinosti i da se, teorijski, može predvidjeti.

Sada znamo da je takav nazor prenaivan jer se temelji na krivim pretpostavkama. Nemoguće je, naime, odrediti dovoljno točno početne položaje i brzine svih atoma svemira. Osnovnim česticama svojstvena je određena »razmazanost« ili neodređenost što znači da nikad ne možemo točno znati što se s njima zbiva ovog časa, a još manje nakon stotinu godina. Iako se neki događaji — pomrčine, broj stanovnika, a jednog dana možda čak i vrijeme — mogu predvidjeti s priličnom točnošću, matematički put u budućnost vrlo je uzak i konačno nestaje u močvarama neizvjesnosti. Ako je bilo koji prorok ili vidovnjak zaista saznao nešto o budućnosti, postigao je to nekim načinom koji je ne samo nepoznat znanosti nego je i otvoreno opovrgava.

O vremenu pak znamo tako malo, a napredak što smo ga ostvarili u njegovom razumijevanju i ovladavanju njime tako je oskudan, da nismo u stanju niti isključiti nečuvenu praksu kao što je ograniča-

vanje pristupa budućnosti. Profesor J. B. S. Haldane duhovito je primijetio: »Svemir nije samo čudniji nego što mi zamišljamo, on je čudniji nego što mi uopće možemo zamisliti.« Čak je i teorija relativnosti možda tek nagovještaj čudesnih osobina vremena.

U svojoj pjesmi »The Future« (»Budućnost«) Matthew Arnold je opisao čovjeka-lutalicu »rođenog na brodu u njedrima rijeke vremena«. Tokom povijesti taj brod je uvijek posrtao bez vesala i kormila a sad možda pokušava pokrenuti strojeve. Oni nikad neće biti dovoljno jaki da nadvladaju struju; u najboljem slučaju brod može odgoditi svoj odlazak i bolje upoznati krajolike kojima prolazi i luke koje će zauvijek napustiti. Također može ubrzati plovidbu i krenuti niz struju brže nego što bi ga matica ponijela. Nikad mu, međutim, neće uspjeti da se okrene i ponovno posjeti gornji tok rijeke.

A na kraju, unatoč njegovim naporima, otplavit će ga u nepoznati ocean zajedno sa svim nadama i snovima:

»Dok se oko njega širi blijeda pučina —
Dok se obale gube u daljini —
Dok izlaze zvijezde, a noćni vjetar podiže struju,
Žubor i mirise beskrajnog Mora.«

XII poglavlje

DOBA OBILJA

Sirovine civilizacije i samog života materija su i energija za koje danas znamo da su ista stvar u dva različita pojavna oblika. Tokom većeg dijela ljudske povijesti i cijele prapovijesti, čovjek je koristio tek neznatne količine jednog i drugog. Tokom godine naš daleki predak potrošio je oko četvrt tone hrane, pola tone vode i zanemarivu količinu koža, štapova, kamenja i gline. Energiju koju je trošio stvarao je svojim vlastitim mišićima za povremeni mali dodatak u obliku topline zapaljenog drveta.

Razvojem tehnologije ta se jednostavna slika toliko promijenila da više nije prepoznatljiva. Godišnja potrošnja prosječnog američkog građanina više je od pola tone čelika, sedam tona ugljena i stotinjak kilograma metala i kemijskih spojeva što su bili potpuno nepoznati znanosti još prije stotinu godina. Svake se godine iz zemlje iskopa više od dvadeset tona rudače kako bi se suvremeni čovjek opskrbio životnim potrepštinama i stvarima koje mu pružaju udobnost. Nije onda čudno da od vremena do vremena slušamo upozorenja o nestašici i da se govori kako će slijedećih nekoliko naraštaja tako iscrpiti zalihe bakra i olova da će oni biti među rijetkim metalima.

Mnogi od nas ne reagiraju na tu uzbunu jer smo to čuli već ranije, a ništa se nije dogodilo. Neočekivano otkrivanje golemih ležišta nafte ispod morskog dna za neko je vrijeme ušutkalo Kasandre petrolejske industrije koje su predviđale da ćemo ostati bez nafte prije kraja ovog stoljeća. Ovaj put su pogriješili no, gledamo li tek malo dalje, oni imaju pravo.

Bez obzira na količine koje će još biti otkrivene, »fosilna goriva« kao što su ugljen i nafta mogu potrajati samo još nekoliko stoljeća, a nakon toga će ih nestati zauvijek. Ona će poslužiti da se ljudska tehnološka kultura otisne u svoju putanju pružajući lako dostupne izvore energije ali ne mogu podupirati civilizaciju tisućama godina. Za to će nam trebati neko trajnije rješenje.

Danas više nema sumnje da je dugoročno (a možda i kratkoročno) rješenje problema nuklearna energija. Oružje što ga već sada velike sile čuvaju u skladištima moglo bi pokretati sve strojeve na Zemlji nekoliko godina kad bi se sadržana energija mogla upotrijebiti konstruktivno. Bojne glave pohranjene u američkim skladištima oružja odgovaraju milijardama tona nafte ili ugljena.

Fisijske reakcije (one koje uključuju teške elemente poput torija, urana i plutonija) vjerojatno će odigrati tek privremenu ulogu kad je u pitanju Zemlja. Nadajmo se da je tako jer je fisija najprljavija i najneugodnija metoda oslobađanja energije od svih što ih je čovjek otkrio. Neki od radioizotopa iz današnjih reaktora vjerojatno će i nakon tisuću godina stvarati neprilike, a možda i prouzročiti bolesti neopreznih arheologa.

No, nakon fisije dolazi fuzija — spajanje lakih atoma kao što su vodik i litij. Ta se reakcija odvija i u zvijezdama. Mi smo je ponovili tu na Zemlji ali je još nismo obuzdali. Kad nam to uspije, naši će energetski problemi biti zauvijek riješeni i neće biti otrovnih nusprodukata, nego čist pepeo — helij.

Kontrolirana fuzija najveći je izazov primijenjene nuklearne fizike. Neki znanstvenici smatraju da će biti ostvarena za deset godina, a neki tek za pedeset.

No, svi su oni uvjereni da ćemo energiju fuzije koristiti mnogo prije nego što ostanemo bez nafte i ugljena te ćemo gorivo crpsti iz mora u gotovo neograničenim količinama.

Možda — a to u ovom trenutku izgleda vrlo vjerojatno — da će fuzijske centrale morati biti vrlo velike pa će ih biti dovoljno samo nekoliko za opskrbu energijom čitavih država. Izgleda posve nemoguće da ih se načini malim i prenosivim te da se mogu upotrijebiti za pogon vozila. Njihova će glavna zadaća biti proizvodnja velikih količina toplinske i električne energije no još ćemo ipak biti suočeni s problemom prenošenja te energije do milijuna potrošača. Postojeći sustavi distribucije energije uspijevaju opskrbiti naše domove, no što je s automobilima i zrakoplovima nakon ovog naftnog doba?

Dobro bi rješenje bio takav način pohrane električne energije koji bi bio deset, a još bolje stotinu puta djelotvorniji od naših nespretnih i nečistih akumulatora koji se nisu bitno poboljšali još od vremena mladog Toma Edisona. Ta je potreba već spomenuta u III poglavlju u vezi s električnim automobilima, ali ima bezbroj drugih primjena za prenosive izvore energije. Pojačani razvoj svemirske tehnologije možda će nas uskoro dovesti do lake baterije koja će moći primiti jednaku količinu energije po kilogramu kao što je sadrži benzin. Imamo li na umu ostala čuda suvremene tehnologije, to je dovoljno skroman zahtjev.

Dalekosežnija je zamisao odašiljanje energije iz neke središnje stanice i njeno primanje pomoću uređaja, nalik radio-prijemniku, bilo gdje na Zemlji. To je, u ograničenim razmjerima već moguće, no samo uz velike teškoće visoke troškove.

Danas se može proizvesti fokusirani snop radio-valova koji prenosi do 1000 KS kontinuirane energije, a dio te energije može se prihvatiti velikim antenskim uređajem udaljenim nekoliko kilometara. No, zbog neizbježnog rasipanja snopa veći dio odaslane energije bio bi izgubljen pa bi korisni učinak čitavog uređaja bio vrlo nizak. Bilo bi to kao

kad bismo za osvjetljenje kuće upotrebljavali reflektor udaljen deset kilometara; njegov snop većim bi se dijelom raspršio okolicom. U slučaju radio-valova velike energije, rasipanje energije ne bi bilo samo gubitak nego i znatna opasnost, što su već otkrili graditelji radara velikog dosega.

Nedostatak takvog načina prijenosa energije također je i to što bi odašiljač neprestano morao emitirati istu količinu energije bez obzira na to upotrebljava li se ona na drugom kraju ili ne. U našem sadašnjem sustavu za raspodjelu energije, električna centrala ne proizvodi struju dok mi to ne zatražimo uključivanjem nekog trošila; to se regulira povratnom spregom između potrošača i generatora. Bilo bi vrlo teško, premda ne i nemoguće, ostvariti to isto u sustavu za prijenos energije radijem. Čini se, dakle, da je takav sustav nepraktičan osim za neke posebne primjene. Mogao bi biti koristan za prijenos energije između satelita i svemirskih brodova ako su blizu i ne mijenjaju međusobni položaj. Za vozila u pokretu bio bi ipak neupotrebljiv, a tu nam je upravo takvo rješenje najpotrebnije.

Bude li ikad ostvareno, odašiljanje energije temeljit će se na nekoj za sada nepoznatoj pojavi ili tehnologiji. Na sreću, to nije nešto bez čega nikako ne možemo, ali bi to bilo korisno. Bude li potrebno, snaći ćemo se i bez toga.

Poput čistog nagađanja, spomenimo i mogućnost postojanja drugih izvora energije u svemiru oko nas te da bismo ih jednog dana mogli koristiti. Neki su već poznati ali su vrlo slabi ili ograničeni. Najjači je takav izvor polje Sunčevog zračenja, a mi ga već koristimo za naša svemirska vozila. Sunčev vodikov reaktor ima golemu snagu — otprilike 500,,,,,000,,,,000,,,000,,000,000.000.000 ($5 \cdot 10^{23}$) KS — ali kad dosegne Zemlju tok zračenja drastično se smanji zbog udaljenosti. Gruba je brojka koja se lako pamti veličina energije Sunčevog zračenja na morskoj razini koja iznosi otprilike 1KS na četvorni metar; to, dakako, znatno ovisi o vremenskim prilikama. Do sada nam je uspijevalo pre-

tvoriti desetinu te energije u električnu (uz cijenu od nekoliko tisuća dolara po konjskoj snazi za današnje uređaje) pa bi za automobil od 10 KS bio potreban kolektor površine oko 1000 četvornih metara čak i po najljepšem sunčanom vremenu. To se ne bi moglo nazvati praktičnim rješenjem.

Sunčevu energiju nećemo uspješno koristiti ako se ne približimo Suncu. Čak bismo i na Merkuru mogli proizvesti tek oko 1 KS električne energije po četvornom metru kolektora. Jednog će se dana možda moći postaviti kolektori vrlo blizu Sunca* i usmjeriti sakupljenu energiju tamo gdje je potrebna. Ako ne ovladamo fuzijom, bit ćemo prisiljeni i na to. Svemirski bi brodovi morali izbjegavati takve snopove zračenja jer bi to bile vrlo djelotvorne zrake smrti.

Svi ostali poznati izvori energije milijunima puta su slabiji od zračenja Sunca. Kozmičko zračenje npr. nosi otprilike jednaku količinu energije, kao i svjetlost zvijezda, pa bi se više isplatilo načiniti stroj na pogon mjesečinom nego kozmičkim zračenjem. To može izgledati paradoksalno imamo li na umu poznatu činjenicu da te zrake često imaju golemu energiju i mogu izazvati teška biološka oštećenja. No, te zrake visoke energije (zapravo čestice) toliko su malobrojne i rijetke da je njihova prosječna snaga zanemariva. Kad ne bi bilo tako, ne bismo ovdje preživjeli.

Polje Zemljine teže i magnetsko polje ponekad se spominju kao mogući izvori energije, no tu postoje ozbiljna ograničenja. Nemoguće je izvući energiju iz polja teže ako ne pustite da neki težak predmet, koji je na odgovarajućoj visini, pada u tom polju. Na tom se temelje hidrocentrale, što je zaobilazni oblik korištenja Sunčeve energije. Isparavajući vode oceana, Sunce puni planinska jezera čiju potencijalnu energiju koristimo za pokretanje naših turbina.

---

* Na Sunčevoj površini moglo bi se po četvornom metru dobiti 78.000 KS!

U hidrocentralama se ne može proizvesti više od nekoliko postotaka ukupnih energetskih potreba čovječanstva pa čak ni ako bi svi vodopadi na planetu bili sputani cjevovodima i branama. Ostali bi načini iskorištavanja gravitacijske energije zahtijevali pokretanje materijala u golemim razmjerima, npr. izravnavanje planina. Upustimo li se ikad u takve pothvate, bit će to zbog drugih razloga a ne zbog proizvodnje energije; za čitav postupak sigurno bi se utrošilo više energije nego što bi se moglo dobiti. Naime, da biste srušili planinu prvo je morate razbiti.

Zemljino magnetsko polje toliko je slabo (dječji je magnet tisuću puta jači) da o tome ne vrijedi ni razmišljati. Od vremena do vremena čuju se optimističke priče o magnetskom pogonu za svemirska vozila, no ta se zamisao može usporediti s pokušajem napuštanja Zemlje pomoću ljestava od paučine. Zemaljske magnetske sile čvrste su otprilike kao vilinska kosa.

Našim je osjetilima još uvijek nedostupan toliki dio svemira, a njegovi mnogi izvori energije otkriveni su tek u posljednjim trenucima povijesti da bi bilo brzopleto odbaciti pomisao na neke još nepoznate svemirske sile. Pojam nuklearne energije činio se još prije stotinu godina besmislenim, pa je čak i onda kad je njeno postojanje dokazano većina znanstvenika odricala mogućnost njenog kontroliranog korištenja.

Prema vjerojatnim pretpostavkama postoji energetski tok koji u obliku neutrinskog zračenja (o čemu sam podrobnije raspravljao u IX poglavlju) prosijava sve zvijezde i planete, a do sada je ostao sakriven našim osjetilima i instrumentima. Ni Sir Isaac Newton ne bi mogao, usprkos svojoj genijalnosti, registrirati radio-valove.

Za zemaljske pothvate nije toliko važno ima li u svemiru neiskorištenih izvora energije ili ne. Teški vodik u morima može pokretati sve naše strojeve i grijati sve gradove još vrlo dugo. Posve je moguće da će nam za stotinjak godina ponestati energije,

no tome će biti kriva naša vlastita nesposobnost. Bili bismo tada poput ljudi kamenog doba koji umiru od hladnoće ležeći na naslagama ugljena.

Tražeći sirovine i izvore energije, do sada smo rasipavali glavnicu. Koristili smo resurse koji su nam bili najpristupačniji — najbogatije rude, bogata ležišta u kojima su prirodne sile sakupile metale i minerale koji su nam potrebni. Ti su procesi trajali milijardu godina ili više. Tokom nekoliko stoljeća mi smo opljačkali blago pohranjivano vjekovima. Kad se to blago potroši naša civilizacija neće moći dočekati nekoliko milijuna godina koliko bi bilo potrebno da se ono obnovi.

Bit ćemo još jedanput prisiljeni da upotrijebimo mozak umjesto mišića. Kao što je Harrison Brown naglasio u svojoj knjizi »The Challenge of Man's Future« (»Izazov ljudske budućnosti«), kad sve rude budu iscrpljene možemo se latiti običnih stijena i gline. »Stotinu tona prosječne stijene poput granita sadrži 8 tona aluminija, 5 tona željeza, 600 kilograma titana, 90 kilograma mangana, 35 kilograma kroma, 20 kilograma nikla, 15 kilograma vanadija, 10 kilograma bakra, 5 kilograma volframa i 2 kilograma olova.«

Izdvajanje tih elemenata zahtijevalo bi složenu kemijsku tehnologiju, a i vrlo velike količine energije. Stijenu bi prvo trebalo razmrviti, zatim obraditi toplinski, elektrolizom i drugim sredstvima. Međutim, a to upozorava i Harrison Brown, tona granita sadrži dovoljno urana i torija koji kao energetska sirovina mogu zamijeniti pedeset tona ugljena. Energija potrebna za obradu sadržana je dakle u samoj stijeni.

Drugi gotovo neograničen izvor osnovnih sirovina je more. Kubični kilometar morske vode sadrži, u suspendiranom ili otopljenom stanju, oko 37,000.000 tona krutih tvari. Veći dio toga (30,000.000 tona) obična je sol, ali ostatak od 7,000.000 tona sadrži gotovo sve elemente u znatnim količinama. Najviše je magnezija (oko 4,500.000 tona) pa je tokom drugog svjetskog rata u velikim količinama dobivan iz mo-

ra, što je važan uspjeh kemijske tehnologije. Magnezij, međutim, nije prvi element koji je izdvajan iz morske vode; komercijalno iskorištavanje broma otopljenog u morskoj vodi počelo je već 1924. godine.

Teškoće morskog »rudarstva« uzrokovane su vrlo niskom koncentracijom elemenata koje želimo dobiti. Iako je 4,500.000 tona magnezija po kubičnom kilometru vrlo veliki broj (ta bi količina uz današnju potrošnju zadovoljila svjetske potrebe za slijedećih nekoliko stoljeća), taj je magnezij raspršen u milijardi tona vode. Kao rudača, prema tome, morska voda sadrži tek četiri dijela magnezija na milijun. Na kopnu se rijetko isplati obrađivati rudaču koja sadrži manje od jednog dijela na stotinu kad se radi o običnim metalima. Mnoge ljude očarava činjenica da kubični kilometar morske vode sadrži oko pet tona zlata ali vjerojatno bi u svom dvorištu našli bogatiju žilu.

Bez obzira na sve to, brz razvoj kemijske tehnologije posljednjih nekoliko godina posebno je rezultat istraživanja vezanih za iskorištavanje atomske energije gdje je potrebno izdvojiti vrlo male količine izotopa iz mnogo većih količina drugih tvari — to pokazuje da bismo mogli obrađivati morsku vodu i prije nego što iscrpimo resurse na kopnu. Problem je ponovno u količini potrebne energije — energije za pokretanje crpki, otparavanje, elektrolizu. Uspjeh se možda krije u povezivanju raznih procesa. Napori što ih mnoge zemlje ulažu za dobivanje pitke vode iz mora dat će kao nusproizvod morsku vodu povećanog saliniteta koja tada može poslužiti kao sirovina uređajima za obradu.

Moguće je zamisliti, možda čak prije kraja ovog stoljeća, velike tvornice široke namjene koje upotrebljavaju jeftinu energiju iz termonuklearnih reaktora za proizvodnju pitke vode, soli, magnezija, broma, stroncija, rubidija, bakra i mnogih drugih metala iz mora. Izuzetak bi u ovom popisu bilo željezo kojeg u oceanima ima mnogo manje nego na kopnu.

Ako vam se čini da je morsko rudarstvo neostvariva zamisao, sjetite se da više od sedamdeset godina na sličan način koristimo atmosferu. Sad već zaboravljena velika briga devetnaestog stoljeća bila je očekivana nestašica nitrata za umjetna gnojiva. Prirodna su nalazišta bila iscrpljena pa je bilo potrebno pronaći način da se iskoristi dušik iz zraka. Atmosfera sadrži oko 4 000 milijuna tona dušika ili više od milijun tona na svakog čovjeka na Zemlji pa bi postupak izravnog dobivanja dušika iz atmosfere odagnao strah od nestašice.

To je postignuto, s nekoliko različitih metoda, početkom ovog stoljeća. Jedan od postupaka je »spaljivanje« zraka u električnom luku pri čemu se zbog visoke temparature vežu kisik i dušik iz atmosfere. Taj primjer pokazuje što se sve može učiniti kad raspolažemo jeftinom energijom (taj su postupak počeli primjenjivati Norvežani zahvaljujući svojoj početnoj prednosti u korištenju hidrocentrala) i upućuje na moguća rješenja u budućnosti.

Obilna upotreba koncentriranih izvora energije u rudarstvu nije još započela ali, kao što je spomenuto u IX poglavlju, Rusi već iskušavaju visokofrekventne električne lukove i raketne mlaznice za razbijanje i bušenje stijena pretvrdih za uobičajene postupke obrade. Napokon, pokazuje se i mogućnost upotrebe nuklearnih eksplozija za rudarske zahvate širokih razmjera ako bude moguće izbjeći problem radioaktivnog zagađenja.

Imajući na umu da su naši najdublji rudnici (oko 2100 m) tek puki ubodi iglom na površini našeg planeta, promjera 13 000 kilometara, očito je besmisleno govoriti o stvarnoj nestašici bilo kojeg elementa ili minerala. Na deset ili dvadeset kilometara od nas leži više sirovina nego što ćemo ih ikada biti u stanju potrošiti. Nije potrebno da sami pođemo po njih; vađenje ljudskom radnom snagom ispod Zemlje uskoro će nestati. Strojevi mogu veselo kopati i pri temperaturi od stotinjak stupnjeva i pod visokim tlakovima, a to je upravo ono što će u bliskoj

budućnosti raditi roboti-krtice nekoliko kilometara ispod naših nogu.

Bilo bi dakako preskupo i preteško obrađivati ležišta rudača na dubini od nekoliko kilometara postojećim tehnikama. Pa dobro: morat ćemo pronaći sasvim nove postupke kao što su već učinili bušači nafte i sumpora. Ostvarenje projekata, o kojima sam govorio u IX poglavlju, bit će iznuđeno pukom potrebom kao i znanstvenom radoznalošću.

Proširimo još naš obzor. Do sada smo razmišljali samo o ovom planetu kao o izvoru sirovina, a na Zemlju otpada tek tri milijuntine ukupne materije Sunčevog sustava. Točno je da je 99,9 posto od toga Sunce koje je na prvi pogled izvan dosega, ali planeti, njihovi mjeseci i asteroidi imaju ukupno masu koja je 450 puta veća od Zemljine. Svakako je najveći među njima Jupiter (318 Zemljinih masa) no Saturn, Uran i Neptun također mnogo doprinose (95,15 ili 17 Zemljinih masa).

U usporedbi sa sadašnjim astronomskim troškovima svemirskih putovanja (približno 2000$ po kilogramu korisnog tereta, čak i za najjednostavnije ubacivanje u putanju oko Zemlje) možda se čini besmisleno govoriti o tome da ćemo ikad moći iskopavati i prevoziti megatone sirovina s kraja na kraj Sunčevog sustava. Čak bi i zlato jedva pokrilo troškove prijevoza, a jedino bi se na dijamantima ostvarila dobit.

To je gledište, međutim, uvjetovano primitivnim stupnjem razvoja svemirskog letenja koje se oslanja na beznadno neefikasne tehnologije. Kad bismo energiju mogli upotrijebiti zaista djelotvorno, bilo bi dovoljno da se za dinar goriva kilogram korisnog tereta digne sa Zemlje, a oko deset ili dvadeset para da se preveze s Mjeseca na Zemlju. Zbog mnogih razloga ti brojevi predstavljaju nedostižne ideale, ali oni pokazuju koliko ima prostora za poboljšanja. Neka izučavanja nuklearnih pogonskih sustava upozoravaju na to da se čak i primjenom tehnologija koje su nam danas pristupačne cijena svemirskog leta može spustiti do cijene prijevoza mlaznjakom.

Kad se radi o prijevozu tereta ta bi cijena mogla biti i niža.

Razmotrimo prvo Mjesec. Za sada još ne znamo ništa o njegovim mineralnim resursima, no oni su vjerojatno vrlo bogati, a neki su od njih možda jedinstveni. Budući da Mjesec nema atmosfere i ima prilično slabo gravitacijsko polje čini se da bi bilo ostvarivo da se teret s Mjesečeve površine izbacuje prema Zemlji pomoću katapulta na električni pogon ili lansirnim rampama. Pri tome ne bi bilo potrebno raketno gorivo — samo električna energija vrijedna desetak para po kilogramu korisnog tereta. (Početna investicija za uređaj bila bi svakako velika ali on bi mogao biti upotrijebljen bezbroj puta.)

Bilo bi prema tome teorijski moguće, čim na Mjesecu počnu širi industrijski zahvati, da se prevoze natrag na Zemlju znatne količine proizvoda s Mjeseca teretnim robotima koji bi jedrili prema odabranom području za spuštanje nakon što su umanjili brzinu od 40.000 km/h, kojom su ušli u više slojeve atmosfere. U cijelom procesu raketno bi se gorivo trošilo u zanemarivim količinama, jedino za upravljanje i kontrolu visine. Svu ostalu energiju davala bi električna centrala uređaja za lansiranje na Mjesecu.

Kao dalja mogućnost znamo da postoji golema količina metalnih tvorevina (od kojih se mnoge uglavnom sastoje od nikla i željeza) koje lutaju Sunčevim sustavom u obliku meteora i asteroida. Najveći je asteroid Ceres, promjera 700 kilometara, a ima ih na tisuće koji su veći od kilometra. Napomenimo da bi samo jedan željezni asteroid promjera 300 metara pokrio godišnju svjetsku potrošnju željeza.

Ono što asteroide čini osobito pogodnim izvorima sirovina, jest njihova mikroskopska gravitacija. Za dizanje s njihove površine ne bi bila potrebna gotovo nikakva energija pa bi čovjek s lakoćom mogao skočiti s manjeg asteroida. Kad se usavrše nuklearni pogonski sustavi bit će ostvarivo da se barem manji asteroidi dovedu u Zemljinu blizinu, nakon što su

prisilno promijenjene njihove putanje. Tu bi oni mogli biti pohranjeni u putanji oko Zemlje dok ne bi bili izrezani u dijelove pogodne veličine ili bi mogli biti usmjereni tako da izravno padnu na Zemlju.

Posljednja faza ne bi zahtijevala nikakav utrošak goriva jer bi se za sve pobrinula Zemljina teža. Potrebno bi bilo, međutim, vrlo točno i potpuno pouzdano vođenje jer bi posljedice pogreške bile strašne. Već i vrlo malen asteroid mogao bi zbrisati grad, a udarac takvog koji sadrži jednogodišnju potrošnju željeza odgovarao bi 10.000 megatonskoj eksploziji. Načinio bi udubljenje najmanje deset puta veće od meteorskog kratera u Arizoni pa bi možda bilo bolje kad bismo za spuštanje upotrebljavali Mjesec, a ne Zemlju.

Otkrijemo li ikad mogućnosti upravljanja i usmjeravanja gravitacijskih polja (vidi V poglavlje), takvi bi astronomsko-inženjerski zahvati postali mnogo prihvatljiviji. Tada ćemo možda moći nekako skupiti golemu energiju asteroida koji pada i korisno je upotrijebiti kao što danas koristimo energiju pada vode. Energija bi bila dodatna dobit uz vrijednost željezne planine koju smo pažljivo spustili na Zemlju. Premda je to tek maštanje, ne valja olako odbacivati projekt koji ne krši zakon o sačuvanju energije.

Dizanje tereta s velikih planeta mnogo je neugodniji posao od komadanja asteroida. Snažna gravitacijska polja uzrokovala bi velike teškoće i troškove čak i uz neograničenu opskrbu termonuklearnom energijom — a bez te pretpostavke ne vrijedi o tome ni raspravljati. Dodajmo da se svjetovi poput Jupitera sastoje gotovo isključivo od bezvrijednih lakih elemenata: vodika, helija, ugljika i dušika. Teži bi elementi bili zakopani tisućama kilometara duboko u njihovoj jezgri.

To vrijedi i za Sunce. U tom je slučaju, međutim, značajno to što ćemo je jednog dana moći upotrijebiti u svoju korist. Sunčeva tvar je u stanju plazme — to znači da je temperatura tako visoka da su svi

atomi ionizirani. Plazma provodi električnu struju mnogo bolje od bilo kojeg metala, a kontrola plazme magnetskim poljem osnova je važne nove znanosti, magneto-hidrodinamike, koja se uobičajeno naziva skraćenicom MHD. Mnoge se MHD metode već upotrebljavaju u istraživačkom radu i industriji za dobivanje i održavanje plinova na temperaturama višim od milijun stupnjeva, a slične procese možemo opaziti na Suncu gdje su magnetska polja koja okružuju pjege tako snažna da usprkos Sunčevoj gravitaciji izbacuju oblake plina velike poput cijele Zemlje tisućama kilometara u visinu.

Iskorištavanje Sunčeve materije može izgledati kao nevjerojatna zamisao, ali mi već istražujemo njegovu atmosferu radio-valovima. Možda ćemo jednog dana moći pokrenuti i usmjeriti titanske sile koje tamo vladaju i izabrati ono što nam je potrebno od njegove žarke tvari. No prije nego što započnemo takav prometejski pothvat, morali bismo dobro znati što činimo.

Nakon što smo u mašti pretražili Sunčev sustav u potrazi za sirovinama, vratimo se na Zemlju i ispitajmo posve različitu zamisao. Možda neće biti ni potrebno napuštati naš planet da bi se došlo do nečega što nam je potrebno jer će doći vrijeme kad ćemo moći stvoriti bilo koji element u ma kojoj količini pomoću nuklearne preobrazbe elemenata.

Do otkrića fisije urana 1939. preobrazba elemenata je bila još uvijek san kao i u doba starih alkemičara. Otkada su 1942. proradili prvi reaktori, proizvedene su znatne količine (mjerljive tonama) umjetnog metala plutonija, a također i drugih elemenata, često nepoželjnih i opasnih radioaktivnih nusproizvoda.

No, plutonij je zbog svoje važnosti za vojne ciljeve poseban slučaj i svakome je jasno kolika je cijena i složenost uređaja potrebnih za njegovu proizvodnju. Uspoređeno s plutonijem zlato je jeftino, a sinteza običnih metala poput olova, bakra ili željeza jednako je vjerojatna kao i Sunčevi rudnici.

Moramo ipak imati na umu da je nuklearna tehnologija u sličnom položaju u kojem je kemijska tehnologija bila početkom stoljeća kad su otkrivene osnovne zakonitosti koje upravljaju reakcijama među spojevima. Danas se u industrijskim razmjerima sintetiziraju lijekovi i plastični materijali što ih jučerašnji kemičari nisu mogli proizvesti niti u svojim laboratorijima. Za nekoliko naraštaja bit ćemo u stanju to učiniti s elementima.

Počevši od najjednostavnijeg elementa vodika (jedan elektron vezan za jedan proton) ili njegova izotopa deuterija (jedan elektron vezan za jezgru sastavljenu od protona i neutrona) možemo spajajući atome dobivati sve teže i teže elemente. Taj se proces odvija na Suncu, a također i u vodikovoj bombi gdje se, različitim postupcima, četiri atoma vodika spajaju tvoreći jedan atom helija pri čemu se oslobađaju goleme količine energije. (U praksi se upotrebljava i treći element periodskog sustava — litij.) Taj proces je vrlo teško pokrenuti, a još teže kontrolirati, no to je tek prvi korak u ono što bismo mogli nazvati nuklearna kemija.

Pri tlakovima i temperaturama još višim od onih što se javljaju pri termonuklearnim eksplozijama ili uređajima za fuziju, međusobno se spajaju helijevi atomi i tvore teži elementi. To se zbiva u jezgrama zvijezda. U početku te reakcije oslobađaju energiju ali kad dođemo do težih elemenata poput željeza ili nikla ravnoteža se pomiče pa je potrebno uložiti dodatnu energiju pri njihovom stvaranju. To je zbog toga što su najteži elementi nestabilni i lakše se raspadaju nego što se spajaju. Tvorba elemenata je vrlo slična slaganju stupa od cigala; stabilna u početku, struktura se kasnije može sama od sebe srušiti.

To je, dakako, samo površan prikaz nuklearne sinteze. Podrobniji opis onoga što se događa u zvijezdama možete naći u knjizi »Frontiers of Astronomy« (»Granice astronomije«) Freda Hoyla. Tamo ćete pročitati da se radi o temperaturama od milijarde do 5 milijardi stupnjeva i tlakovima od mili-

jun milijardi atmosfera što čitavom ovom pristupu ne daje osobite izglede.

No, osim topline i tlaka ima i drugih načina za pokretanje reakcija. Kemičari to znaju već mnogo godina pa primjenjuju katalizatore koji ubrzavaju reakciju ili omogućuju da se reakcija odvija na znatno nižoj temperaturi. Velik se dio suvremene industrijske kemije temelji na katalizatorima čiji su točni sastavi često pomno čuvane poslovne tajne.

Postoje li nuklearni katalizatori poput kemijskih? Da. U Suncu tu ulogu obavljaju ugljik i dušik. Možda ima mnogo drugih nuklearnih katalizatora, a to ne moraju nužno biti elementi. Među mnogobrojnim kojekako imenovanim elementarnim česticama koje zbunjuju fizičare — mezonima, pozitronima, neutrinima — ima možda i takvih koje mogu dovesti do fuzije pri temperaturama i tlakovima koje možemo ostvariti. Možda postoje posve drukčiji putovi za postizanje nuklearne sinteze, isto toliko nezamislivi danas kao što je to bio uranski reaktor prije trideset godina.

Mora ovog planeta sadrže 100,,,,000,,,000,,000,000.000 (10^{17}) tona vodika i 20,,,000,,000,000.000 ($2 \cdot 10^{13}$) tona deuterija. Uskoro ćemo naučiti da upotrebljavamo te najjednostavnije atome za dobivanje neograničenih količina energije. Kasnije, možda mnogo kasnije, napravit ćemo slijedeći korak slažući naše nuklearne kocke za slaganje jednu povrh druge da bismo dobili bilo koji element koji nam se prohtije. Kad dođe taj dan može se dogoditi da zlato bude nešto jeftinije od olova ali to će tada biti nevažno.

Taj bi pregled trebao biti dovoljan da pokaže — ali ne i dokaže — da ne mora nužno doći do nestašice sirovina. Pa ipak, predviđanje Sir Georga Darwina (str. 101), da će naše vrijeme biti zlatno doba u usporedbi s erama siromaštva koje dolaze, možda je točno. U ovom neshvatljivo velikom svemiru neće nam nikad ponestati energije ili sirovina, ali vrlo lako možemo ostati bez mozga.

XIII poglavlje

ALADINOVA SVJETILJKA

Za razliku od planeta, ljudi ne mogu živjeti od čiste energije i nekoliko jednostavnih kemijskih spojeva. Još otkada su se rajska vrata zatvorila neumoljivom konačnošću, čovječanstvo je neprestano zauzeto borbom za hranu, zaklon i materijalne životne potrebe. Više od 2 milijuna milijuna čovjek-godina utrošeno je u toj vjekovima dugoj bitki s Prirodom i tek u posljednja četiri od 50 000 naraštaja čovječanstva počeo je popuštati pritisak tog tereta.

Tome je pridonio razvoj suvremene znanosti, a posebno masovna proizvodnja i automatizacija. No, ti su procesi tek putokazi prema mnogo revolucionarnijim proizvodnim metodama. Možda će doći vrijeme kad će međusobno isprepleteni problemi proizvodnje i distribucije biti tako uspješno riješeni da će svaki čovjek moći imati gotovo doslovno sve što zaželi.

Da vidimo kako se to može postići moramo zaboraviti sve sadašnje pojmove o proizvodnom procesu i vratiti se samim osnovama. Svaki predmet materijalnog svijeta potpuno je označen ili opisan s dva podatka, a to su njegov sastav i njegov oblik. To je sasvim jasno u jednostavnom slučaju kakav je kocka centimetar dugog brida od čistog željeza. Izrazi: »kocka centimetar dugog brida« i »od čistog željeza«

ovdje potpuno definiraju predmet i tome nije potrebno ništa dodati. (U prvoj približnosti barem; strojar bi htio znati koliko je dopušteno odstupanje mjera, kemičar točan stupanj čistoće, a fizičar izotopski sastav.) Iz ovog kratkog opisa od nekoliko riječi svatko bi s odgovarajućim alatom i vještinom mogao načiniti točnu kopiju opisanog predmeta.

To načelno vrijedi i za mnoge složenije predmete, poput radio-aparata, automobila ili kuće. U takvim slučajima nije dovoljan samo opis riječima, nego planovi i nacrti ili njihova suvremena zamjena, zapis pohranjen na magnetskoj traci. Traka koja nadzire automatiziranu proizvodnu liniju nosi, odgovarajuće šifriran, točan opis predmeta koji proizvodi. Kad se jedanput snimi takva traka, stvaralački čin je završen. Ono što slijedi mehanički je postupak kopiranja poput izbacivanja otisaka nakon što je načinjen slog.

Posljednjih nekoliko godina takvim se potpuno automatiziranim načinom proizvode sve složeniji i složeniji predmeti, premda su početni troškovi opreme tako visoki da se proces isplati jedino tamo gdje postoji potražnja za velikim brojem kopija. Za svaku vrstu proizvoda potreban je drukčije specijaliziran stroj; stroj za proizvodnju boca ne može početi proizvoditi glave motora. U uvjetima današnjeg stupnja tehnologije nemoguće je zamisliti stroj koji bi imao opću namjenu te bi mogao izrađivati sve uz promjenu ulaznih podataka.

Takav bi stroj možda bio nezamisliv za bilo kakvu tehnologiju jer su predmeti koje mi upotrebljavamo i materijali koje svakodnevno trošimo tako složeni da ih je nemoguće definirati do najsitnije pojedinosti. Ako netko u to sumnja neka pokuša napisati potpun opis svoje odjeće, litre mlijeka ili jednog jajeta, tako da bi neko svemoguće biće koje nikad nije vidjelo niti jednu od tih stvari moglo načiniti njihove vjerne kopije.

Opis odijela možda bi bio i moguć ako bi ono bilo načinjeno od sintetskog materijala ali ne ako je od organskih materijala poput vune ili svile. Litra mli-

jeka bila bi izazov kojemu će možda biti dorasli biokemičari budućnosti, no ja bih bio vrlo iznenađen kad bismo prije kraja ovog stoljeća imali potpunu analizu svih masti, bjelančevina, soli, vitamina i tko zna čega još što ulazi u tu najsloženiju od svih namirnica. Što se tiče jajeta, ono predstavlja još viši stupanj složenosti, i kemijski i strukturalno. Većina bi se ljudi složila da ne postoji ni najmanja mogućnost da se takvi predmeti proizvedu drukčije od tradicionalnih načina.

Ne budimo ipak obeshrabreni. Kad smo u VII poglavlju raspravljali o mogućnostima trenutačnog prijenosa, spominjali smo uređaj koji bi ispitao predmet, atom za atomom, i načinio snimku koja bi se mogla reproducirati na istom mjestu ili bilo kojem drugom. Premda se takav uređaj ne može ostvariti, pa čak ni naslutiti sa stajališta današnje znanosti, nećemo zapasti ni u kakve filozofske proturječnosti ili besmislice ako pretpostavimo da on djeluje samo kad se radi o jednostavnim neživim predlošcima. Sjetimo se kako fotografski aparat uspijeva u tisućitom dijelu sekunde načiniti kopiju slike koja ima milijune detalja. Za umjetnika srednjeg vijeka to bi bilo pravo čudo. Fotoaparat je uređaj namijenjen općenito reproduciranju, s priličnom premda ne i potpunom točnošću, bilo kojeg uzorka svjetla, sjene i boje.

Danas imamo uređaje koji mogu mnogo više od toga, premda široj javnosti nisu poznata niti njihova imena. Uređaji za neutronsku aktivacijsku analizu, infracrveni i rendgenski spektrometri ili plinski kromatografi mogu u nekoliko sekundi analizirati složene spojeve s kojima bi se kemičari prije pedeset godina tjednima uzalud mučili. Znanstvenici budućnosti raspolagat će još savršenijim oruđima koja će razotkrivati sve tajne analiziranog predmeta te automatski bilježiti sve njegove osobine. Čak ni najsloženiji predmeti ne bi za potpun opis zahtijevali mnogo prostora u sredstvu za pohranu podataka. Devetu simfoniju moguće je zapisati na stotinjak

metara trake, a radi se o većem broju podataka nego što ih ima u opisu sata.

Teže je zamisliti 'playback' sa snimke u stvaran svijet, no mnogi će se ljudi iznenaditi kad saznaju da je to u skromnijim razmjerima već postignuto. U novoj tehnologiji mikroelektronike neke se komponente stvaraju kontroliranim nanošenjem atoma, doslovno sloj po sloj. Dobiveni su elementi često presitni da bi se vidjeli golim okom (neki su nevidljivi i pod jakim mikroskopom), a proces proizvodnje odvija se automatizirano. Rekao bih da je to početni korak prema načinu proizvodnje koji smo pokušali zamisliti. Kao što bušena traka na starim tkalačkim stanovima upravlja tkanjem najsloženijih tkanina (i čini to već 200 godina), tako ćemo možda i mi jednog dana imati strojeve koji će moći položiti trodimenzionalnu osnovu i potku i graditi tvar u prostoru počevši od atoma. No, kad bismo mi sada pokušali zamisliti konstrukciju takvog uređaja bilo bi to poput zamišljenog pokušaja Leonarda da Vincija da načini TV-sistem.

Preskočivši nekoliko stoljeća snažnog razvoja i otkrića, razmotrimo kako bi Replikator djelovao. Sastojao bi se od tri osnovna dijela, Spremnika, Memorije i Organizatora. Spremnik bi sadržavao ili imao pristup do svih potrebnih sirovina. Memorija bi sadržavala zabilježene opise i upute za proizvodnju (taj bi pojam tada postao još zamršeniji) svih predmeta koji veličinom, masom ili složenošću ne prelaze ograničenja uređaja. Unutar tih granica on bi mogao proizvesti sve — upravo kao što gramofon može reproducirati bilo koju ploču. Dimenzije Memorije mogle bi biti prilično male bez obzira na to što bi datoteka uputa za najčešće tražene proizvode bila velika. Zamislimo neku vrstu imenika, poput kataloga velikih robnih kuća, gdje je svaka stavka označena brojem koji se može prema potrebi utipkati u stroj.

Organizator bi primjenjivao upute na odabrane sirovine izbacujući konačno gotove proizvode ili javljajući da je ostao bez nekog od bitnih sastojaka.

Čak se niti to ne bi događalo ako preobrazba elemenata postane bezopasan proces primjenljiv na malo, jer bi onda Replikator koristio samo vodu ili zrak. Počevši od jednostavnih elemenata, vodika, dušika i kisika, stroj bi prvo sintetizirao teže elemente, a zatim ih ugradio prema uputama. Potrebna bi bila neka pouzdana metoda uravnotežavanja masa jer bi inače Replikator, kao nepoželjan nusproizvod, oslobađao više energije od vodikove bombe. Ta bi se energija mogla utrošiti na proizvodnju nekog pepela kojeg se nije teško riješiti, recimo olova ili zlata.

Usprkos onome što je ranije rečeno o obeshrabrujućim teškoćama sintetiziranja viših organskih struktura, besmisleno bi bilo tvrditi da strojevi ne mogu načiniti bilo koji spoj što ga proizvode žive stanice. Najtvrdokorniji vitalisti koji to još uvijek smatraju, neka pogledaju XVIII poglavlje gdje će otkriti zašto neživi uređaji mogu biti mnogo efikasniji i svestraniji od živih, premda su u ovom trenutku tehnološkog razvoja još daleko od toga. Nema dakle razloga za pretpostavku da Replikator ne bi mogao proizvesti bilo koju namirnicu što je čovjek ikad poželi ili zamisli. Stvaranje jednog nepogrešivo pripremljenog filet-mignona možda bi potrajalo nekoliko sekundi duže i zahtijevalo nešto više materijala nego za pribadaču ali postupak je u načelu isti. To je na prvi pogled nevjerojatno ali danas se nitko ne čudi da hi-fi uređaj s istom lakoćom reproducira klimaks Stravinskog i zvuk glazbene viljuške. Pojava Replikatora značila bi kraj svih tvornica, a vjerojatno i prijevoza sirovina i poljoprivrede. Čitav ustroj industrije i trgovine, kakav imamo danas, prestao bi postojati. Svaka bi obitelj proizvodila sve što joj je potrebno na licu mjesta kao što je to, zapravo, bila prisiljena činiti tokom većeg dijela ljudske povijesti. Sadašnje doba strojeva i masovne proizvodnje izgledalo bi onda kao kratka međuigra između dva mnogo duža razdoblja samodovoljnosti i jedini cijenjeni predmet trgovine bile bi matrice ili trake koje se umeću u Replikator da upravljaju njegovim radom.

Nadam se da nitko tko je ovo pročitao neće sada reći da bi Replikator bio tako skup da ga nitko ne bi mogao nabaviti. Istina je, troškovi izrade prototipa vjerojatno ne bi bili manji od 1„„000„000„000.000 funti sterlinga, raspoređeni tokom nekoliko stoljeća. Slijedeći primjerak ne bi stajao ništa jer bi prvi posao Replikatora bila proizvodnja drugih Replikatora. Vrijedi istaknuti da je 1951. John von Neumann, veliki matematičar, postavio važno načelo da je uvijek moguće konstruirati stroj koji može načiniti bilo kakav opisani stroj — uključujući sebe samog. Ljudska se rasa susreće s očitim dokazom ove tvrdnje nekoliko stotina tisuća puta svakog dana.

Društvo temeljeno na Replikatoru bilo bi toliko različito od našeg da bi sadašnje razmirice između kapitalizma i komunizma postale besmislene. Materijalna bi dobra postala bezvrijedna kao otpaci. Prljavi rupčići, dijamantne dijademe, Mone Lise koje se ne razlikuju od originala, jedanput nošeni krzneni ogrtači, dopola ispijene boce najboljeg šampanjca, sve bi to nakon što više nije potrebno odlazilo u mlin za uništavanje. U kućama budućnosti čak će i namještaj možda nestajati dok nije u upotrebi.

Na prvi pogled moglo bi se činiti da u toj Utopiji neograničenog bogatstva, tom svijetu koji nadilazi najluđe Aladinove snove, ništa neće imati stvarnu vrijednost. To je plitka reakcija kakva bi se mogla očekivati od nekog fratra iz desetog stoljeća kad biste mu rekli da će jednog dana svaki čovjek moći posjedovati sve knjige što ih uopće može pročitati. Pronalaskom tiska knjige su postale sasvim običan, a ne više rijedak predmet no ipak nisu bezvrijedne ili manje cijenjene. Niti glazba nije izgubila draž premda je okretom prekidača možete imati koliko god hoćete.

Možda će se stvarna mjerila vrijednosti roditi tek nakon što materijalna dobra postanu bezvrijedna. Umjetnička bi djela bila cijenjena zbog svoje ljepote, a ne zbog rijetkosti. Ništa, međutim, nikakve »stvari« ne bi toliko izgubile na vrijednosti kao obr-

ti, spretnost u radu ili stručne usluge. Jedna od čestih optužbi protiv naše kulture jest da je ona materijalistička. Kakva bi, dakle, to bila ironija da nam znanost omogući takvo potpuno ovladavanje materijalnim svijetom da nas njegovi proizvodi više ne dovode u iskušenje jer se do njih lako dolazi.

Dobro je da je Replikator, bude li ga uopće moguće konstruirati, tek u dalekoj budućnosti, nakon mnogih društvenih revolucija. Suočeno s takvim mogućnostima, naše bi društvo ubrzo zapalo u nezasitni hedonizam nakon kojeg bi ubrzo slijedila dosada potpunog zasićenja. Neki cinici možda sumnjaju da se bilo kakvo društvo ljudskih bića može prilagoditi neograničenom obilju i povlačenju Adamovog prokletstva, koje je možda prerušeni blagoslov.

U svakom je povijesnom razdoblju bilo nekoliko ljudi koji su uživali takvu slobodu pa ipak su joj neki odoljeli. Kad je riječ o tome, definirao bih civiliziranog čovjeka kao onog koji sretno radi cijeli život, iako mu nije potrebno da zarađuje. To znači da je najveći problem budućnosti civiliziranje čovječanstva, ali to je ionako poznato.

Možemo se dakle nadati da će naše doba bučnih tvornica i pretrpanih skladišta jednog dana nestati kao što su prije toga nestali vreteno, kućni tkalački stan i bućkalica za maslac. A naši potomci, neopterećeni vlasništvom, sjetit će se onog što su mnogi od nas zaboravili — da su jedine stvari na svijetu koje su zbilja važne: ljepota i mudrost, smijeh i ljubav.

XIV poglavlje

NEVIDLJIVI LJUDI I DRUGA ČUDA

Iako me ova ispovijed neumoljivo smješta u onu generaciju čiji su junaci bili Rin-Tin-Tin i Mary Pickford, za mene je jedan od najvećih trenutaka filma bio kad je Claude Rains skidao zavoje s glave, a pod njima nije bilo ničega. Pomisao na nevidljivost, sa svim moćima, što bih ih pružala onom koji njome ovlada, oduvijek je privlačila. Mislim da je to jedna od najčešćih tema skrivenih sanjarenja. No, ona se već odavno ne pojavljuje u znanstvenoj fantastici za odrasle jer je ponešto prenaivna za ovo mudro doba, jer podsjeća na čaranje koje danas više nije u modi.

Međutim, nevidljivost nije od onih pojmova koji podrazumijevaju očito kršenje prirodnih zakona. Naprotiv, postoji mnoštvo tvari koje se ne mogu vidjeti. Većina plinova je nevidljiva, a također i neke tekućine i krute tvari u određenim okolnostima. Nikad nisam imao zadovoljstvo da tražim krupan dijamant u čaši vode ali sam pokušavao naći kontaktnu leću u kadi, a to je tako blizu nevidljivosti da meni više od toga nije ni potrebno. Mnogi su od nas vidjeli snimke radnika koji nose veliko staklo za izlog. Ako je staklo čisto i prevučeno slojem protiv refleksije gotovo ga je isto tako nemoguće vidjeti kao i zrak.

Piscu fantastike (a u »The Invisible Man« — »Nevidljivi čovjek« — Wells je pisao fantastiku, a ne znanstvenu fantastiku) to pruža jednostavno rješenje. Dovoljno je da njegov junak otkrije napitak koji tijelu daje optičke osobine zraka pa da odmah postane nevidljiv. Na žalost, ili na sreću, to nije moguće, a lako je pokazati zašto.

Prozirnost je neobična osobina samo nekih izuzetnih tvari, a javlja se zbog unutrašnjeg rasporeda njihovih atoma. Kad bi njihovi atomi bili složeni drukčije te tvari više ne bi bile prozirne, a promijenile bi i sve ostale osobine. Ne možete nasumce uzeti neki spoj i natjerati ga kemijskim postupcima da postane proziran. Pa čak i kad bi vam to uspjelo u jednom posebnom slučaju ne bi vam to pomoglo da postanete »nevidljivi čovjek« jer u ljudskom tijelu ima doslovce milijarde različitih i nevjerojatno složenih kemijskih spojeva. Sumnjam da bi ljudska vrsta postojala dovoljno dugo da ostvari potreban istraživački program na svakom od tih spojeva.

Osim toga, bitne osobine mnogih spojeva (ako ne i većina) ovise upravo u činjenici da oni nisu prozirni. To je očito kad se radi o tvarima u očnoj pozadini osjetljivim na svjetlo o kojima ovisi naš vid. Kad one ne bi upijale svjetlost, mi više ne bismo vidjeli; kad bi naša tkiva postala prozirna, oko ne bi moglo djelovati jer bi bilo zaslijepljeno svjetlošću. Nemoguće bi bilo načiniti fotoaparat od prozirnog stakla.

Manje je očito da bi bezbrojne biokemijske reakcije o kojima ovisi život bile izbačene iz ravnoteže ili se potpuno zaustavile ako bi molekule koje u njima sudjeluju postale prozirne. Čovjek koji bi kemijskim putem postigao nevidljivost ne bi bio samo slijep; bio bi mrtav.

Taj problem zahtijeva istančaniji pristup, a neke se mogućnosti nameću same. Neke je priroda već istražila; ako je nešto moguće ona to prije ili kasnije ostvari. Mnogo je prilika u kojima je prerušavanje jednako dobro kao i nevidljivost, a može imati i prednosti. Zašto da se mučite i nastojite postići

stvarnu nevidljivost ako one koji vas vide možete uvjeriti da ste vi nešto drugo? Poeovo »The Purloined Letter« (»Ukradeno pismo«) i Chestertonov »The Invisible Man« (»Nevidljivi čovjek«) zanimljive su varijacije na tu temu. U manje poznatoj Chestertonovoj priči čovjek je ubijen u kući u koju prema izjavama očevidaca nitko nije ušao. »Pa tko je onda ostavio ove otiske na snijegu?« upitao je otac Brown svojom zapanjujućom naivnošću. Nitko nije zapazio listonošu iako su ga svi vidjeli...

Mnogi insekti i kopnene životinje razvili su zavidnu sposobnost prikrivanja ali se njihovo lažno ruho ne mijenja i djelotvorno je samo u određenoj okolici. Na drugim mjestima može biti beskorisno ili čak i gore. Najveći majstori prerušavanja koji svoj izgled mogu mijenjati da bi ga prilagodili pozadini žive u moru a ne na kopnu. List i sipa imaju gotovo nevjerojatnu kontrolu nad bojom i šarama svog tijela i u stanju su promijeniti boju u nekoliko sekundi ako je to potrebno. List koji leži na šahovskoj ploči oponašat će je istim uzorkom bijelih i tamnih kvadrata na svojoj gornjoj površini, a čak se priča da može oponašati i škotske tkanine.

Sposobnost prilagodbe izgledu pozadine bila bi neka vrsta nazovi-prozirnosti ali očito je da bi to moglo zavarati jedino promatrače koji vas gledaju iz nekog određenog smjera. To zadovoljava kod lista jednostavno zato jer je plosnat kao list i sakriva se od grabežljivaca koji plivaju iznad njega. Ista varka ne bi ni izdaleka tako dobro uspjela u otvorenim vodama premda ipak vrijedi pokušati. Zbog toga su mnoge ribe tamne s gornje strane tijela, a svijetle s donje. To umanjuje njihovu uočljivost odozgo i odozdo.

Ne možemo zamisliti takav optički ili TV-sistem koji bi mogao prenijeti sliku pozadine kroz kruto tijelo na takav način da ono bude nevidljivo iz više od nekog ograničenog broja smjerova. To možete dokazati izvedete li — u mislima — složen pokus koji vjerojatno nitko neće ostvariti u praksi. To je elek-

tronički ekvivalent onog što čini list kad leži na šahovskoj ploči.

Zamislite čovjeka između dviju ploča koje su zapravo veliki TV-ekrani. On također ima dvije kamere jednu usmjerenu prema naprijed, a drugu prema natrag. Kamera koja gleda naprijed daje sliku ekranu koji je iza čovjeka i obrnuto.

Ako su televizijski krugovi u boji i dobro ugođeni čovjek bi bio nevidljiv gledan iz dva smjera — jednog ravno iza njega i drugog ravno ispred njega. Promatrači iz tih smjerova mislili bi da gledaju neku udaljenu pozadinu, a dio te pozadine — onaj koji pokriva čovjeka — zapravo bi bila slika koja savršeno odgovara stvarnosti. Najmanja promjena smjera gledanja uništila bi privid; TV-slika činila bi se premalom ili prevelikom ili ne bi odgovarala pozadini što bi izgledalo kao loš otisak višebojnog tiska.

Očito je da bi takav oblik nevidljivosti, ostvaren »prijenosom slike«, bio beznadno ograničen i ja se mogu sjetiti samo jedne pripovijetke u kojoj je iskorištena ta zamisao. Tridesetih godina dobri stari časopis »Amazing Stories« (»Čudesne priče«) objavio je priču u kojoj se pojavljuje staklena kutija veličine lijesa sastavljena od prizmi koje lomom prenose prizor iza nje, a u čiju se šupljinu može sakriti čovjek. Tko god gleda kutiju mislio bi da vidi kroz prazan stakleni sanduk dok bi zapravo gledao oko punog. Zamisao je sjajna i mogla bi u manjem obliku uspijevati na zadovoljstvo špijuna i krijumčara. Naime, iako bi bilo nemoguće prenijeti sliku kroz kutiju tako da ona ne bude izobličena bez obzira gdje je promatrač, u ovom bi slučaju određeno izobličenje bilo prihvatljivo i očekivano. Predajem ovaj problem u ruke optičkim stručnjacima jer nama neće mnogo pomoći u traganju za nevidljivosti.

Još jedan, danas demodiran, zamišljen način postizanja nevidljivosti je pomoću vibracija. Danas znamo o vibracijama mnogo više nego što smo znali prije pedesetak godina kad su vibracije s velikim V bile neizbježan pribor svakog spiritista i medija. Radio, sonar, infracrvene peći, čišćenje ultrazvukom i

još štošta spustili su ih čvrsto na Zemlju i mi od njih više ne očekujemo čuda.

Vibracijska nevidljivost, međutim, prihvatljivija je od naivne kemijske kaše koju nudi Wells. Ona se temelji na poznatoj analogiji: svatko zna kako nestaje elisa ventilatora kad se uključi motor. Pretpostavimo sad da se svi atomi našeg tijela mogu pobuditi da vibriraju ili osciliraju dovoljno visokom frekvencijom... Analogija je, naravno, lažna. Mi ne vidimo kroz krila elise nego pokraj njih. U svakom trenutku dio pozadine je nepokriven i, ako je brzina dovoljno velika, tromost vida daje nam dojam da pozadinu vidimo neprestano. Kad bi se krila elise prekrivala dobili bi tek razmazanu mrlju bez obzira na brzinu vrtnje.

Postoji i druga nezgodna teškoća. Vibriranje znači toplinu — točnije to je toplina — pa naše molekule i atomi već rade toliko brzo koliko možemo podnijeti. Prije nego što bi čovjek vibrirajući postao nevidljiv bio bi skuhan.

Stanje nije obećavajuće. Čini se da je plašt neviljivosti san koji prelazi mogućnosti znanstvenog ostvarenja. No, sad dolazi iznenađenje. Možda smo problemu prilazili s krive strane. Objektivno, nevidljivost, je možda doista nemoguća, ali subjektivno je moguća pa je često bila i javno prikazana.

Stručnjak u hipnozi može medija uvjeriti da ne vidi neku osobu, a taj je utjecaj tako jak da je medij doista ne vidi premda mu je pred očima. Hipnotizirani će uporno odbijati da vidi nevidljivog čovjeka čak i ako taj pokuša dokazati svoju prisutnost. Osoba pod hipnozom može čak postati histerična ako recimo vidi, odnosno vjeruje da vidi, kako se dijelovi namještaja sami pomiču prostorijom.

To je gotovo isto toliko čudesno kao što bi bila prava nevidljivost i upozorava na to da u određenim okolnostima i pod odgovarajućim utjecajem (droge raspršene u zraku, podsvjesna sugestija, odvraćanje pažnje — to su samo neke mogućnosti) osoba ili predmet mogu postati nevidljivi i za veću grupu ljudi koji su sasvim uvjereni da ih nisu iznevjerila osje-

tila. Prema ovoj ideji osjećam neko nepovjerenje ali mi se čini da će nevidljivost biti ostvarena tim putem bude li uopće ikada dosegnuta. To neće biti postignuto kemijskim sredstvima, optičkim uređajima ili vibracijama.

Postoji, međutim, više nego dobar nadomjestak za nevidljivost barem u mašti. Nevidljivi čovjek mogao bi biti otkriven i uhvaćen na mnogo načina, ali to se ne bi moglo dogoditi neopipljivom. Znam što bi izabrala većina ljudi kad bi mogli birati između nevidljivosti i sposobnosti da prolaze kroz zidove.

Nekoliko pisaca znanstvene fantastike (spomenimo Willa Jenkinsa, inače poznatog pod imenom Murray Leinster) ulagalo je velike napore da bi prodoru kroz krutu tvar dali razložne temelje. To obično izgleda ovako:

Takozvana kruta tvar zapravo je uglavnom prazan prostor — samo mrljice elektriciteta u praznini. Razmaci unutar atoma proporcionalno odgovaraju razmacima između planeta i zvijezda. Kao što dva sunčeva sustava ili čak dvije galaktike mogu proći jedna kroz drugu bez ijednog sudara tako bi i dva kruta tijela mogla kad bismo ih samo znali prisiliti.

Prije četrdesetak godina, dosjetljivi Murray Leinster upotrijebio je analogiju koja mi se tada urezala u pamćenje. Jedan kup karata može proći kroz drugi bez teškoća ili otpora ako se oni drže usporedno. To će biti nemoguće ako karte izmiješate tako da gledaju u svim smjerovima. Potrebno nam je prema tome neko polarizirajuće polje koje će poredati ili orijentirati sve atome u tijelu. Uspije li nam to dva će kruta tijela skliznuti jedno kroz drugo nalik na paralelne kupove karata.

Takvo je objašnjenje možda bilo dobro za »Čudesne priče« iz 1935. ali bojim se da ne bi uvjerilo ovaj kritični naraštaj. Potpuno je točno da sunčevi sustavi i galaktike mogu prolaziti jedan kroz drugog bez sudara ali takav bi događaj ostavio neizbrisiv trag na oba sudionika. Premda se sunca i planeti možda ne bi međusobno približili na udaljenosti manjoj od

milijun kilometara, gravitacijski poremećaj bi ih prebacio u sasvim nove putanje. A kad se sudare dvije galaktike reakcija između njihovih razrijeđenih oblaka međuzvjezdanog plina uzrokuje najburnije oslobađanje energije od svih dosad otkrivenih u svemiru — titansku eksploziju praćenu emisijom radio-valova koje opažamo čak 10 milijardi svjetlosnih godina daleko.

Slično tome, pri međusobnom prodoru dvaju krutih predmeta, sile među njihovim atomima i molekulama uzrokovale bi toliko promjena da ih više ne bi mogli prepoznati. Plinovi i tekućine mogu se međusobno prožimati jer nemaju nikakve (ili gotovo nikakve) unutrašnje građe. Oni su amorfni i nikakvo miješanje ne uzrokuje u njima promjenu. Kaos ostaje kaos koliko god ga potresali. Sva pak kruta tijela imaju unutrašnju arhitekturu koja može biti vrlo složena i očituje se na dvije razine — mikroskopskoj i molekularnoj. To se ustrojstvo održava električnim i drugim silama. Promijenite li te sile, tijelo postaje nešto drugo i ta je promjena nepovratna. Ako netko u to sumnja, neka pokuša od razmućenog jajeta načiniti cijelo. To je vrlo jednostavna zadaća u usporedbi s vraćanjem dvaju tijela u prvobitno stanje nakon međusobnog prodora.

Postoji ipak drugi mogući put kroz krutu tvar, krivudav i loše obilježen put koji nas vodi u četvrtu dimenziju. Sakupimo svu hrabrost i krenimo tim sumnjivim putem usprkos režanju i zavijanju iz maglovite okolice.

Zapravo, svo mračnjaštvo i besmisao može se izbjeći jednostavnom semantičkom dosjetkom. U ovom kontekstu 'dimenzija' ne znači drugo nego »smjer« pa ćemo dalje upotrebljavati ovu drugu riječ koja neće buditi podsvjesne primisli niti sjećanja na H. P. Lovecrafta, Arthura Machena ili Madame Blavatsky.

Svi znamo što znači riječ »smjer« i poznato nam je iz iskustva da se u našem svijetu svaki položaj ili mjesto mogu potpuno zadati s tri smjera ili koordinate, kako ih nazivaju matematičari. Mogli bi-

smo potpuno proizvoljno nazvati sjever-jug »prvim smjerom«, istok-zapad »drugim smjerom« i gore-dolje »trećim smjerom«. Redoslijed bi mogao biti drukčiji i uopće nije važno koji je smjer (ili dimenzija) prvi, drugi ili treći. Bitno je da postoje samo tri. Ne postoji mjesto koje se ne bi moglo doseći pomicanjem duž jednog ili više smjerova »jedan«, »dva« i »tri«.

Iako naš svemir ima samo tri smjera, možemo zamisliti da ih ima više ali da ih zbog nekog razloga naša osjetila ne opažaju. Moguće je tada zamisliti geometriju koja je »viša« odnosno složenija od naše geometrije u prostoru kao što je ova za stupanj viša od geometrije u ravnini. Premda to ne možemo predočiti, govorimo onda o slijedu jednosmjernog pravca, dvosmjernog kvadrata, trosmjerne kocke i četverosmjerne hiperkocke, koja se još naziva i teserakt. Osobine takvog tijela su čudesne i lako razumljive (njene se »plohe« sastoje od osam kocaka upravo kao što se oplošje kocke sastoji od šest kvadrata) ali bi nas predaleko odvelo njihovo podrobno istraživanje. Ja sam, međutim, sentimentalno vezan za teserakt jer je moj prvi TV-nastup bilo dvadesetminutno predavanje uživo o njegovim osobinama, potkrijepljeno žičanim modelima kućne izrade. Nakon tog vatrenog krštenja svi kasniji TV-programi bili su dječja igrarija.

Najbolji je način da se suživimo sa četvrtim smjerom ako načinimo korak prema dolje u dvosmjerni svijet. Nije teško zamisliti plosnat svemir u kojemu nema visine — ravan svijet nalik na prostor što ga omeđuju dvije priljubljene staklene ploče. Nazovimo to Ravnozemlja.* Kad bi bila naseljena razumnim stanovnicima, oni bi poznavali pojmove geometrije u ravnini — dužine, krugove, trokute — ali

* Podrobnije razmatranje o tom zanimljivom svijetu, »Flatland« A. Sqarea (E. A. Abott) možete naći u knjizi Jamesa Newmana »World of Mathematics« (»Svijet matematike«). Taj maštoviti prikaz još je zabavan, iako se modernom čitatelju čini da autorov viktorijanski pseudonim odgovara tekstu više nego što mu je bila namjera.

ne bi mogli zamisliti nevjerojatne stvari, kao što su kugle, kocke i piramide.

U Ravnozemlji bi svaka zatvorena krivulja, recimo krug, potpuno zatvarala dio prostora. U taj se dio ne bi moglo ući ako se krivulja ne prekine ili ne prodre kroz nju. Trezori Ravnozemaljske banke mogli bi biti obični kvadrati i njihov bi sadržaj bio sasvim siguran.

No za bića poput nas koja se mogu kretati trećim smjerom, takvi bi bankovni trezori bili širom otvoreni. Ne samo da bismo u njih mogli pogledati, nego bismo mogli dohvatiti njihov sadržaj, prebaciti ga preko »zida« i spustiti negdje u Ravnozemlju, suočivši tako lokalnu policiju s uznemirujućim, nerješivim problemom. Zapečaćena prostorija je opljačkana, a ipak nitko i ništa nije prošlo kroz zidove.

Analogija je očita kad je protegnemo na naš vlastiti svemir. U našem trosmjernom svijetu nema tog zatvorenog prostora u koji ne bi moglo ući biće koje se može kretati četvrtom dimenzijom. Za to obilaženje bio bi dovoljan pomak od malog djelića centimetra u tom smjeru, jednako kao što bi nama dostajalo podići se za debljinu kose da bi preskočili Ravnozemaljski zid. To bi biće moglo isprazniti sadržaj jajeta ne oštetivši ljusku, izvesti operaciju bez ožiljaka ili ući u zaključanu sobu, ne kroz zid nego pored njega. Svaki građanin koji poštuje zakon mogao bi zamisliti beskrajan niz ostalih zanimljivih mogućnosti.

Mislim da je logika ovog zaključivanja u redu premda bi Ravnozemlja postala sumnjiva kad bi preispitali fizikalne zakone koji u njoj vladaju. Četvrti smjer u prostoru možda doista postoji, iako će ga biti vrlo teško naći. (Uzgred, nismo se dosad obazirali na činjenicu da se vrijeme često smatra četvrtom dimenzijom. Mi se bavimo ovdje jedino prostornim dimenzijama. Ako netko baš želi nepotrebno zamrsiti stvar uvođenjem vremena, neka to radije nazove petom dimenzijom za razliku od ove četiri s kojima se mi mučimo.)

Slijedeća je mogućnost da četvrti smjer ili dimenziju prostora stvorimo umjetno, iako u prirodi ne postoji. Zapravo, potrebno je tako malo; dostajala bi i milijuntina centimetra! Svaki put kad stvaramo električno ili magnetsko polje, donekle zakrivljujemo prostor. Možda ćemo jednog dana biti u stanju dio prostora svinuti pod pravim kutom.

Ako vam se to čini ludo i neprihvatljivo, bez veze sa stvarnošću i nepotkrijepljeno činjenicama, imate 99 posto pravo. No, ja sam potaknut da se pozabavim četvrtom dimenzijom ozbiljnije nego do sada zbog teškoća što ih u novije vrijeme doživljava nuklearna fizika, a koje su mnoge natjerale na razmišljanje. Radi se o jednom od osnovnih ali često zanemarivanih pojmova svakodnevnog života — o razlici između lijevog i desnog.

Vratimo se na trenutak u Ravnozemlju. Zamislite pravokutnik u tom dvodimenzionalnom svijetu i pretpostavite da je rasječen po dijagonali. (Predlažem da razrežete komad papira kako biste pratili ovo izlaganje. Imajte na umu da to mora biti pravokutni papir, različitih stranica, dakle ne kvadrat.)

Dvije trokutaste polovice podijeljenog pravokutnika potpuno su jednake. To možemo dokazati položivši jednu na drugu i uočivši da gornja potpuno pokriva donju. Stanovnici Ravnozemlje ne mogu, dakako, izvesti taj pokus zbog same prirode njihova svijeta ali mogu načiniti nešto što tome potpuno odgovara. Oni mogu staviti oznake na tri vrha trokuta, maknuti ga i pokazati da njegov blizanac zauzima isti prostor. Prema tome trokuti su u svakom pogledu jednaki ili, kako bi to rekao Euklid, kongruentni.

(Kakve to ima veze s prolaženjem kroz zidove i sakupljanjem uspomena iz trezora Fort Knoxa? Strpljenja molim; nema lakog puta do uspjeha pa čak ni kroz četvrtu dimenziju.)

U ovom trenutku dat ćemo Ravnozemljanima temu za razmišljanje. Podići ćemo jedan od trokuta, preokrenuti ga i vratiti natrag u Ravnozemlju.

Odmah će vam biti jasno da se dogodilo nešto neobično. Iako još uvijek iste veličine trokuti više nisu jednaki. Oni su sada kao predmet i slika u ogledalu, jedan je desni, a drugi lijevi. Nikakvim pomicanjem i guranjem stanovnici Ravnozemlje ne mogu ih više dovesti do poklapanja. Oni se međusobno razlikuju poput para cipela ili rukavica ili vijaka suprotnog navoja.

Suočen s neobičnom pojavom lika pretvorenog u svoju zrcalnu sliku, inteligentni stanovnik Ravnozemlje možda bi došao do jedinog mogućeg objašnjenja — da je predmet zaokrenut kroz prostor koji je izvan njegova vlastitog svijeta, kroz mitsku treću dimenziju. Isto tako, ako mi ikad susretnemo slučajeve tijela pretvorenih u svoje odraze bio bi to dokaz postojanja četvrte dimenzije.*

Nešto, upravo tako strašno, dogodilo se nedavno u nuklearnoj fizici i teoretičari su još ošamućeni od šoka. Godine 1957. srušen je jedan od duboko ukorijenjenih »zakona« fizike — zakon sačuvanja pariteta. On kaže da nema stvarne razlike između lijevog i desnog — što se tiče prirode jedno i drugo je ravnopravno. Desetljećima je taj princip smatran očitim sam po sebi jer bi se svaka suprotna pretpostavka činila besmislenom.

Sad smo pak otkrili da se u nekim nuklearnim reakcijama priroda ponaša kao ljevak, a u drugima kao dešnjak. To se protivi svim našim predodžbama o simetriji i redu, a meni se čini (sada ulijećem u područje kojega bi se možda klonili i ljudi s magisterijem iz kvantne mehanike) da se situacija može spasiti prizivanjem četvrte dimenzije. Tada nas, naime, problem desnog i lijevog više ne bi zbunjivao

* H. G. Wells upotrijebio je tu ideju u pripovijeci »The Plattner Story« (»Priča o Plattneru«) o čovjeku koji se s putovanja četvrtom dimenzijom vratio »preokrenut«. Inače mu se nije ništa strašno dogodilo no, kirurg koji bi ga morao operirati bio bi vrlo zbunjen. U pripovijeci »Technical Error« (»Tehnička greška«) istaknuo sam da bi moglo biti i drugih teškoća; preokrenuti čovjek možda bi umro od gladi usred obilja jer mnoge organske tvari imaju zrcalnu simetriju pa on ne bi bio u stanju probaviti osnovne sastojke hrane.

jer bi to bilo isto. U četverodimenzionalnom svijetu ta razlika iščezava, a prema tome i paradoks koji zabrinjava fizičare. Odbor za dodjelu Nobelove nagrade može me naći preko mog izdavača.

Ako netko smatra da će četverodimenzionalni efekti, ako uopće postoje, biti ograničeni na nuklearno područje i da neće imati praktične primjene, podsjetio bih ga da se još nedavno uranova fisija ticala tek nekolicine atoma, ne čitavog čovječanstva. Važan je jedino princip, a s problemom primjene možemo se pozabaviti kasnije.

Kad sam na početku ovog poglavlja potaknuo temu nevidljivosti, nisam, moram priznati, imao pojma da će nas to dovesti do četvrte dimenzije. No, to je svojstveno znanosti; izravan i očit pristup često je pogrešan, a program usmjeren k jednom cilju pogađa sasvim različitu metu. Stoljećima su alkemičari pripravljali mnogobrojne spojeve u potrazi za zlatom. Nisu ga nikad pronašli ali su zato stvorili kemiju. Do pretvorbe elemenata nije se došlo pomoću retorte i talionika, nego putem kojemu se početak nazire u tinjajućoj plazmi vakuumske cijevi. Taj je put doveo do metala dragocjenijih i pogubnijih od zlata.

Nevidljivost, međusobni prodor krutih tvari, četvrta dimenzija — sve su to snovi i maštanja znanosti i najvjerojatnije će uvijek to i ostati. Ali u prošlosti su se događale još čudnije stvari, a događaju se i danas. Dok ovo pišem, moju sobu i moje tijelo zasipaju milijarde čestica koje ne vidim niti osjećam. Neke se od njih dižu poput bešumnog vjetra prodirući kroz samu Zemljinu koru. Pred takvim čudesima nepovjerljivost se kažnjava i bilo bi mudro biti sumnjičav i prema samoj sumnjičavosti.

XV poglavlje

CESTA ZA LILIPUT

Kad je početkom sedamnaestog stoljeća konstruiran mikroskop, čovječanstvu se otkrio potpuno nov dio svemira. Ispod granice vidljivog pojavio se nenadano svijet pun živih bića, sve manjih i manjih do nezamislive sićušnosti. To je otkriće, što se pojavilo istovremeno s teleskopskim promatranjima na drugoj strani, navelo ljude na razmišljanje o pojmu veličine.

Jedan od prvih — a sigurno i najpoznatijih — rezultata tog razmišljanja bila su »Gulliverova putovanja«. Swiftov genij (nadahnut vlastitim amaterskim opažanjima) upotrijebio je promjenu perspektive uzrokovanu povećanjem kao okosnicu za satiru tako uspješno, da su Liliput i Brobdingnag ušli u naš svakodnevni rječnik. A također i, često pogrešno navođeni, Swiftovi stihovi:

»Tako, prirodnjaci vele, buha
ima manje buhe koje je bodu,
a one još manje što grizu njih
i tako sve unedogled.«

Iako je na opće zadovoljstvo brzo otkriveno da Swiftov Brobdingnag ne postoji nigdje na Zemlji, privlačnija zamisao malene ili čak mikroskopske

ljudske rase nastavila je zaokupljati pisce. (Privlačnija je naravno zato jer se svi mi bojimo divova, a čini nam se da bi lako izašli na kraj s patuljcima. U stvarnosti bilo bi to upravo obrnuto.) Klasična pripovijetka o mikro-svijetu je »The Diamond Lens« (»Dijamantna leća«) Fitza Jamesa O'Briena, objavljena 1858. kad je autor imao dvadesetak godina, a preostale su mu još samo četiri godine prije nego što će njegova sjajna karijera biti prekinuta građanskim ratom. »The Diamond Lens« opisuje vjerojatno najneostvarljiviju od svih ljubavi u književnosti. Radi se o tragediji mikroskopičara koji se zaljubljuje u ženu toliko malenu da se ne vidi prostim okom, koja živi u svijetu vodene kapi.

Kasniji pisci nisu dopuštali da tako beznačajna prepreka koči radnju. Izmišljali su kemijska sredstva koja bi po želji smanjivala ili povećavala njihove junake. Besmrtna Alica možda je prva kušala jedan od tih napitaka što ih još nema u farmakopejama i nigdje drugdje nisu tako stvarno opisane teškoće koje oni mogu izazvati.

Ideja o mikro i sub-mikro svijetu dobila je nov poticaj 1920. kad su radovi Rutherforda i ostalih razotkrili nuklearnu prirodu atoma. Misao izražena u Swiftovim stihovima oživljena je u kudikamo uzbudljivijim razmjerima. Svaki bi atom mogao biti malen sunčev sustav u kojemu elektroni imaju ulogu nastanjenih planeta i obrnuto, naš sunčev sustav mogao bi biti samo jedan atom super-svemira.

Tu je temu zdušno prihvatio plodni pisac znanstvene fantastike Ray Cummings koji je imao trening na kojemu bi mu pozavidjeli mnogi od njegovih kolega: pet je godina bio Edisonov tajnik. U »The Girl in the Golden Atom« (»Djevojka u zlatnom atomu«, 1919) i kasnijim pričama, Cummings je čitav niz junaka smanjio na subelektronsku veličinu, prešavši površno preko teškoća kao što su navigacija u prostoru unutar jezgre i pronalaženje pravog atoma (i prave djevojke) između nekoliko milijuna milijuna atoma koliko ih ima u nekoliko dekagrama zlata.

Prije nekoliko godina Hollywood nas je iznenadio snimivši izuzetno dobar film na sličnu temu. To je film »The Incredible Shrinking Man« (»Nevjerojatni čovjek koji se smanjuje«) što ga je 90 posto inteligentnih posjetitelja kino-dvorana propustilo zbog nesretno odabranog naslova. Najnevjerojatnija je kod čovjeka koji se smanjuje, njegova izuzetna uvjerljivost (što pretpostavljam moramo zahvaliti autoru i piscu scenarija Richardu Mathesonu), a zbog izostavljanja uobičajenog sretnog svršetka, njegova je sudbina potresna i izaziva u nama čudne odjeke. No, mene je možda previše lako zadovoljiti. Tako se rijetko susreće tračak inteligencije u onom što filmski producenti nazivaju znanstvenom fantastikom, da vrlo lako pretjerujem s pohvalama.

Ove priče o minijaturnim i mikrosvjetovima nameću dva zasebna pitanja: mogu li takvi svjetovi postojati (nije nužno da to bude na našem planetu) i ako mogu, možemo li ih mi promatrati ili ući u njih?

Što se tiče prvog pitanja mislim da možemo dati konačan odgovor koji se temelji na zakonima poznatim svim inženjerima i biolozima ali ne i onim novinarima koji vole izvlačiti stare neistine poput ove: »Kad bi mrav bio velik kao čovjek, mogao bi nositi teret od deset tona«. Zapravo, ne bi bio sposoban da nosi sam sebe.

Na svakom stupnju veličine neke su stvari moguće, a druge nisu. Cijeli svijet živih bića sa svom svojom divnom raznolikošću i bogatstvom pokorava se osnovnom geometrijskom pravilu koje kaže: udvostručiš li veličinu predmeta površina mu se uveća četiri puta a njegov volumen (a prema tome i težina) osam puta. Iz ove stare matematičke istine proizlaze ozbiljne posljedice. To podrazumijeva da miš ne može biti velik kao slon ili slon malen kao miš, a da ni čovjek ne može biti poput jednog ili drugog.

Razmotrimo slučaj čovjeka. On je već div — jedna od najvećih životinja. Ta misao iznenađuje mnoge ljude koji zaboravljaju da bi se imena životinja većih od čovjeka mogla ispisati na jednom listu papi-

ra dok bi one koje su manje ispunjavale knjigu za knjigom.

Homo sapiens pokazuje priličan raspon veličina iako su krajnosti vrlo rijetke. Najveći čovjek koji je ikad živio bio je vjerojatno pet puta veći od najmanjeg ali morali biste pretražiti milijune slučajeva da biste našli omjer četiri prema jedan, osim ako ne naletite na cirkus koji prikazuje diva od dva i pol metra i patuljka od šezdeset centimetara. A da ih nađete ustanovili biste da su obojica bolesni i nesretni ljudi s malim izgledima da dožive normalnu starost.

Ljudsko je tijelo naime tako građeno da najbolje funkcionira kad je visoko 150 — 180 centimetara. Udvostručite mu visinu i ono će težiti osam puta više dok će se presjek kostiju koje ga nose povećati samo četiri puta. Opterećenje kostiju bi se dakle udvostručilo. Tri i pol metra visok div je moguć, ali on bi neprestano lomio kosti i morao bi se kretati vrlo pažljivo. Takva izvedba homo sapiensa zahtijevala bi korjenito preoblikovanje a ne puko preslikavanje. Noge bi morale biti proporcionalno znatno deblje, što dokazuje primjer slona. Konj i slon slijede isti osnovni četveronožni dizajn ali usporedite relativnu debljinu njihovih nogu! Slon mora da je negdje blizu razumne granice veličine za kopnene životinje. Tu su granicu dostigli ako ne i prešli četrdeset tona teški brontosaurusi i najveći od svih sisavaca, nevjerojatni nosorog Baluchiterium koji je kod ramena bio visok pet i pol metara. (Glava žirafe je samo pet metara nad zemljom!)

Iznad te veličine, nikakvo tijelo od mesa i kostiju ne bi moglo izdržati vlastitu težinu. Postoje li bilo gdje u svemiru divovi, njihove bi kosti morale biti od metala što bi izazvalo neke biokemijske teškoće. Druga je mogućnost da žive na svjetovima male gravitacije ili možda u samom svemirskom prostoru gdje težina iščezava. Jedno je od najzanimljivijih pitanja izvanzemaljske zoologije, može li se život prilagoditi svemirskom prostoru procesima čiste evolucije. Gotovo bi svi biolozi rekli: »Naravno da ne!«

ali ja mislim da na sadašnjem stupnju našeg neznanja ne bi bilo mudro potcjenjivati prirodu.

Problemi koji se javljaju pri smanjivanju nisu tako očiti ali također zadiru u osnove. Na prvi pogled se čini da nema razloga zašto se kao radna pretpostavka ne bi mogao zamisliti čovjek visok trideset centimetara. Ima mnogo sisavaca te veličine građenih po istim općim načelima; neki od manjih majmuna npr. vrlo su slični malim ljudima.

Pobliže ispitivanje, međutim, otkriva da su njihove proporcije sasvim drukčije, a njihovi udovi izduženiji od ljudskih. Naime, kao što bi čovjek uvećan do visine od šest metara bio lomljiv i nedovoljno snažan za svoju težinu, tako bi, u obrnutom slučaju, smanjen na trideset centimetara bio beznadno nespretan i pretovaren mišićjem. Malim životinjama dovoljni su mnogo tanji udovi što se najizrazitije vidi kod insekata s njihovim nevjerojatno krhkim nogama i krilima. Kad bi »nevjerojatni čovjek koji se smanjuje« došao do visine od nekoliko desetaka centimetara, njegovi bi ga prejaki mišići rastrgali.

Ali već i puno ranije toliko bi se stvari poremetilo, da bi on umro zbog niza drugih razloga. Zakazao bi čitav savršeni tjelesni mehanizam — disanje, krvotok, regulacija temperature, da spomenemo samo neke funkcije. Kad bi se smanjio na desetinu svoje početne visine imao bi još samo tisućinu izvorne težine. (Nećemo istraživati kamo je otišlo onih 99,9 posto; da ih još uvijek ima onda bi mu gustoća bila veća od platine i sigurno bi propao kroz pod.) Pri tome se površina njegovih pluća, stijenke želuca i presjeka vena i arterija smanjila ne na tisućinu nego na stotninu. Čitava izmjena tvari u njegovom organizmu zbivala bi se po jedinici mase deset puta brže nego prije, pa bi umro od toplotnog udara zbog pretjeranog oslobađanja energije.

Takvo bi zaključivanje dovelo do sličnog rezultata za svaku tjelesnu funkciju, jasno pokazujući da bi čak i da postoji mogućnost povećavanja i smanjivanja, čovjek time bio onesposobljen a zatim i

ubijen već i pri malim promjenama.* Nema izgleda da bi se čovjek ikada mogao šuljati za mravima — ratnicima kroz džunglu trave, a još manje oženiti princezu iz zlatnog atoma.

Nakon ovih zaključaka, dodao bih još nešto na tu temu. Moguće je naći uvjerljive argumente za tvrdnju da je čovjek sada znatno veći nego što bi trebao da bude. Fizička snaga i veličina koja je prati bit će u budućnosti sve manje potrebne. Zapravo, prevelika visina bit će nepoželjna, osobito u skučenim prostorima svemirskih brodova. Zbog toga je netko, napola ozbiljno, predložio da se buduća nestašica hrane i sirovina izbjegne kontroliranim uzgojem manjih ljudi. Smanjenje prosječne ljudske visine za desetinu imalo bi osjetan učinak jer bi manji ljudi trebali manje kuće, automobile, namještaj, odjeću i sve ostalo.

Kad bi svi bili metar visoki, nitko se ne bi osjećao patuljkom, a svijet bi mogao prehraniti dvostruki broj stanovnika. Izgleda ipak da do toga neće nikad doći jer zahvaljujući boljoj hrani i zdravstvenoj zaštiti, ljudi postaju sve veći. (Harvardski studenti za koje se međutim mora reći da su privilegirana klasa, prosječno rastu za dva i pol centimetra po generaciji — što je nevjerojatan tempo koji će im recimo do 3 000. godine izazvati grdne neprilike.) Jedino bi nemilosrdna i svemoćna diktatura mogla promijeniti taj razvoj. Diktatori su uvijek mali ljudi, pa bi se moglo zamisliti nekog budućeg Hitlera ili Mussolinija koji je odlučio da svoj kompleks manje vrijednosti liječi tako da smanji svoje podanike, premda rezultate ne bi vidio za života.

Iako male životinje ne mogu biti nalik na čovjeka, a niti čovjek ne može nastaviti da živi ako se bitno smanji, to ne isključuje mogućnost postojanja vrlo malih, a ipak inteligentnih bića koja nisu građena po ljudskom uzoru. Mijenjajući oblike, priroda mo-

* Podrobna razrada ove teme može se naći u člancima »On Being the Right Size« (»Biti prave veličine«) J. B. S. Haldana i »On Magnitude« (»O veličini«) D'Arcy Thompsona, oboje u drugom tomu Newmanove knjige »The World of Mathematics«.

že uspješno zaobići ograničenja koja nameće mijenjanje veličine. Zamislite, na primjer, razliku između albatrosa i mušice jedva vidljive golim okom. Oboje su leteće životinje koje se kreću zrakom mašući krilima ali tu sličnost prestaje. Netko tko pozna samo mušicu mogao bi naći uvjerljive razloge za nemogućnost funkcioniranja albatrosa i obrnuto. Pa ipak oboje postoje i oboje lete iako je prvi milijardu puta teži od drugog. Oni predstavljaju suprotne krajnosti razvojnog spektra u kojima su mogućnosti bioloških materijala i mehanizama rastegnute do granica. Ptica veća od albatrosa ne bi mogla letjeti, što dokazuju noj, emu i njihovi divovski preci, strašni kao dinosaurusi. Također ni insekt manji od mušice ne bi mogao upravljati svojim kretanjem kroz zrak. Iako bi mogao bespomoćno lebdjeti nalik na planktonske organizme nošene morem, on ne bi mogao letjeti.

Prema tome čak ni potpuno preoblikovanje ne omogućuje neograničeno smanjenje veličine. Prije ili kasnije suočavamo se s činjenicom da se osnovni građevni elementi živih bića ne mogu načiniti mnogo manjima nego što jesu. Sve su životinje od stanica, a sve su stanice približno iste veličine. Stanice slona samo su dvostruko veće od mišjih.

To je upravo kao da su sva živa bića nalik na kuće građene od opeka koje se međusobno vrlo malo razlikuju. Male životinje moraju onda biti vrlo jednostavne jer sadrže samo ograničeni broj dijelova. Kućicu za lutke ne možete sagraditi od opeka normalne veličine.

Bez obzira na ostale aspekte, inteligencija je dijelom nusproizvod stanične složenosti. Mali mozgovi ne mogu biti tako složeni kao veliki mozgovi jer sadrže manji broj stanica. Moguće je zamisliti ljudski mozak koji bi dobro djelovao uz polovicu sadašnje težine ali ne i uz desetinu. Živa bića na planetima velike gravitacije koja su visoka samo desetak centimetara ne mogu biti inteligentna ako gubitak visine nisu nadomjestila povećanjem ostalih dimenzija da bi dobila odgovarajući volumen mozga. Tamo bi

se mogle naći životinje malene poput lutaka ali bića sposobna za razmišljanje bila bi više nalik na pogaču nego na patuljka.

Nastavimo li silaziti ljestvicom veličine, osim inteligencije ubrzo postaje nemoguć i sam život. Osnovna zrnatost prirode javlja se upravo nešto iza granica današnjih mikroskopa. Kao što je stanica osnovni građevni element svih živih bića, tako su atomi i molekule građevni elementi stanice. Neke sitne bakterije građene su od svega stotinjak molekula, a virusi koji obilježavaju granicu između živog i neživog svijeta još su manji. Ali nema kuće koja bi mogla biti manja od jedne opeke i ništa što živi ne može biti manje od jedne molekule bjelančevine koja je kemijska osnova života. Najveće bjelančevine duge su do milijuntine centimetra, a taj broj vrijedi zapamtiti kao zadnji miljokaz na putu koji se spušta iz svijeta života.

Iako je moguće zamisliti da su se na drugim planetima mogli razviti djelotvorniji oblici organizama (bilo bi neskromno pretpostaviti drukčije), čini se malo vjerojatnim da bi mogli biti toliko efikasniji da pobiju ove zaključke. Možemo dakle odbaciti kao čistu maštu one mudre priče o sićušnim (ili čak mikroskopskim) svemirskim brodovima. Bude li nam ikad uporno dosađivao čudan predmet metalnog sjaja nalik na kukca, možete biti sigurni da je to stvarno kukac.

O teorijama koje govore o sub-svemiru i ideji da bi atomi mogli biti maleni sunčevi sustavi nema se što reći, a nije ni potrebno. Pripovijedaka koje se temelje na toj temi više gotovo i nema; uništilo ih je otkriće da se elektroni uopće ne ponašaju kao planeti jer su čas valovi a čas čestice. Rutherford-Bohrova jednostavna slika atoma postojala je samo nekoliko godina, a i u tom se modelu pretpostavljalo da elektroni trenutačno preskaču iz jedne staze u drugu što bi za njihove stanovnike bilo vrlo neugodno. Valna mehanika, relacije neodređenosti i otkrivanje neobičnih čestica kao što su mezoni i neutrini, jasno su pokazali da atomi nisu nimalo nalik na

sunčeve sustave pa ni na bilo što drugo što je čovjek ikad ranije susreo.

Mogao bih sa stravom spomenuti da je u »Čudesnim pričama« tokom 1932 — 35. neki J. W. Skidmore objavljivao čitavu seriju pripovijedaka o subatomskoj ljubavi između elektrona Nega i protona Pozi. Nije mi jasno kako je bilo tko mogao u pet priča satkati tako strašnu besmislicu. Njegov se uspjeh može protumačiti činjenicom da — iako sam u to vrijeme pročitao sve nastavke serije o Posi i Negu — ne mogu se ni za živu glavu sjetiti je li momak konačno sreo djevojku i ako jest što se dalje dogodilo. Ta me stvar počela ozbiljno kopkati ali kako sam od Kongresne knjižnice udaljen više od 15 000 kilometara ne mogu si pomoći.

Pripovijetke o mikrosvjetovima gotovo bez iznimke zanemaruju činjenicu da promjena veličine uvijek podrazumijeva odgovarajuću promjenu u odnosu prema vremenu. Mala stvorenja žive kratkim aktivnim životom. Pticama i muhama mi djelujemo sporo i nepokretno. Odemo li u krajnost i pretpostavimo da su elektroni koji kruže oko jezgre stvarno maleni svjetovi za sebe, onda bi njihova »godina« morala biti nevjerojatno kratka. U Rutherford-Bohrovom modelu vodikovog atoma orbitalni elektron svake sekunde načini milijun milijuna okretaja oko jezgre. Usporedi li se to sa 88 dana dugom godinom Merkura, najbližeg Suncu u našem sustavu, to bi značilo da vrijeme u vodikovom atomu protječe 10 milijardi milijuna milijuna puta brže nego u našem makroskopskom svemiru.

Niti jedan junak znanstvene fantastike ne bi, dakle mogao dvaput posjetiti isti subatomski svijet. Ako bi se samo na jedan sat vratio u naš svijet i zatim vratio u atom, ustanovio bi da je prošlo stotine milijardi godina. Zbog istog razloga izlet u mikrosvijet morao bi se u našem vremenu odviti gotovo trenutačno jer bi putnik inače umro među atomima od starosti. Sjećam se priče u kojoj znanstvenik šalje svoju kćer i asistenta na kratki posjet subatomskom svijetu, a nekoliko minuta kasnije zaprepašten

dočeka stotinjak njihovih pra-pra-pra-pra-praunuka. Bojim se da je autor, premda je bio na dobrom putu, potcijenio razmjere problema. U tom slučaju ne bi se radilo o nekoliko ljudskih naraštaja, nego o vremenu koje odgovara višestrukom životu jednog sunca.

Vrijeme, naime, može biti veća zapreka od prostora. To bi osobito došlo do izražaja da pokušamo uspostaviti dodir s nekim vrlo velikim inteligentnim bićima. Mnogi su pisci iskoristili tu ideju koja nije u sukobu s mojim ranijim primjedbama o nemogućnosti postojanja divova. Govorio sam tada o planetarnom okolišu — no možda ima bića većih i od planeta.

Jedan je od pisaca koji su se prihvatili te teme Fred Hoyle — a bez obzira što netko misli o kozmologiji profesora Hoyla, nitko ne sumnja da on dobro poznaje fiziku. U pripovijetki »The Black Cloud« (»Crni Oblak«) on je vrlo uvjerljivo opisao plinovitog došljaka iz međuzvjezdanog prostora koji mjeri nekih 150 milijuna kilometara u promjeru — zapravo neku vrstu inteligentne komete.

Čak i kad bi bile prenošene radio-valovima, kako to Hoyle opisuje, misli takvog bića putovale bi od jednog do drugog kraja najmanje deset minuta. Živčani impulsi prođu ljudski mozak u nekoliko tisućinki sekunde pa bi misaoni proces u koji bi bio uključen čitav Crni Oblak trajao milijun puta duže nego kod čovjeka. Bilo bi vrlo zamorno čekati na njegov odgovor jer bi mu već za kratku rečenicu trebalo nekoliko mjeseci.

Međutim Crni Oblak mogao bi razgovarati s nama našim tempom ili čak tempom naših najbržih teleprintera zadužujući za tako jednostavan problem svoj malen, zaseban dio. U tom slučaju ne bismo mogli tvrditi da razgovaramo s čitavim Oblakom kao što ni mrav ne bi mogao reći da je bio u dodiru s čovjekom samo zato što je ovaj pomaknuo nožni prst jer mu je mrav prešao preko noge.

To su prilično skromne misli ali mi se čini da nisu sasvim nevjerojatne. Pogledamo li slijed koji nas

povezuje s atomom, nekoliko redova veličine pod nama, prvo vidimo prestanak inteligencije a zatim prestanak života. U drugom smjeru nema takvih granica i zasad nemamo pojma kakav je naš položaj u svemirskoj hijerarhiji. Možda među zvijezdama ima umova velikih kao čitavi svjetovi ili sunca ili sunčevi sustavi. Zapravo, cijela galaktika se može razvijati prema nekom obliku svijesti o čemu je još davno govorio Olaf Stapledon. U njoj, napokon, ima deset puta više sunaca nego stanica u ljudskom mozgu...

Cesta za Liliput je kratka i ne vodi nikamo. No, cesta za Brobdingnag je druga stvar; u tom smjeru sada vidimo samo malen put koji se pruža prema zvijezdama ali ne možemo ni pretpostaviti kakve neobične putnike nosi. Možda bi za naš mir bilo bolje da to nikad i ne otkrijemo.

XVI poglavlje

GLASOVI S NEBA*

Posljednjih dana 1958. prvi put je progovorio ljudski glas iz svemira. Bio je to predsjednik Sjedinjenih Država koji je svijetu uputio svoju Božićnu poruku. Taj prijateljski pozdrav sa satelita Atlas, koji je preletio sve granice među državama i narodima bio je najsudbonosniji zvuk u povijesti čovječanstva. On je označio početak nove ere komunikacija koje će preobraziti kulturnu, političku, ekonomsku pa čak i jezičnu sliku svijeta.

To je lako logički objasniti, što se nadam da ću uspjeti, ali je vrlo teško obuhvatiti punu važnost te preobrazbe. Današnje tehnike komuniciranja toliko su dobre i tako duboko utkane u osnove našeg društva da zaboravljamo njihova ograničenja i ne uspijevamo zamisliti neka bitna poboljšanja. Mi smo nalik na viktorijance koji nisu shvaćali vrijednost električnog telegrafa jer su zastavice i prenošenje poruka svjetlosnim bljeskovima bili dovoljno dobri za one nestrpljivce koji su tražili nešto brže od poštanske kočije.

Možemo se smijati takvim nazorima ali smo usprkos našoj sposobnosti da zvuk ili sliku hvatamo

* Ovo sam poglavlje namjerno ostavio potpuno nepromijenjeno. Razloge za to i primjedbe naći ćete na 192. str., a i u mojoj knjizi »Voices from the Sky« (»Glasovi s neba«).

iz zraka jedva odmakli od vremena Morseovog zujala. Naši sadašnji uređaji izgledat će za nekoliko godina, uspoređeni s komunikacijskim satelitima iznad atmosfere, jednako zaostali kao indijanski dimni signali i shvatit ćemo da smo do sada bili slijepi i gluhi poput naših djedova prije otkrića elektronske cijevi.

Sve te revolucionarne posljedice proizlaze iz tako jednostavne i očite činjenice da je se ustručavam spomenuti.

Radio-valovi koji su sad glavni prenosnik naših poruka šire se pravocrtno kao i svjetlost. A svijet je na žalost okrugao.

Uspostavljanje radio-veze na velikim udaljenostima moguće je jedino zahvaljujući zanimljivom slučaju da je Zemlja okružena reflektirajućim slojem — ionosferom. Nevidljivo ogledalo na nebu odražava valove srednjevalnog i kratkovalnog područja. To ne uspijeva kad se radi o vrlo kratkim valovima, jer oni prolaze kroz ionosferu i gube se u svemiru pa se ne mogu upotrijebiti za vezu na veće udaljenosti. (Veće udaljenosti u zemaljskim uvjetima; istovremeno, oni odlično služe za razgovor s planetima i svemirskim brodovima.)

Time su najviše pogođeni televizijski stručnjaci. Zbog tehničkih razloga televizija je ograničena na područje vrlo kratkih valova — upravo takvih koji se ne odbijaju prema Zemlji. TV-programi odlaze ravno u svemir i mogu se odlično primati na Mjesecu ali ne i u susjednoj zemlji.

To je razlog zbog čega su potrebne stotine TV-odašiljača da bi se programom pokrilo veće područje kao što je Europa ili Sjedinjene Države. Zbog toga je također nemoguće programom premostiti oceane pa oni ostaju zapreka za televiziju kao što su nekad, prije izuma radija, bili zapreka za ljudski glas. Izmjena programa između Europe i Amerike zahtijevala bi za prenošenje signala lanac od pedesetak brodova protegnut preko Atlantika. To je u najmanju ruku vrlo nepraktično rješenje.

Postoji jednostavniji način. Sve bi se moglo obaviti samo jednom relejnom stanicom kad bi ona bila na satelitu nekoliko tisuća kilometara nad Zemljom. Potreban bi bio samo prijemnik koji bi hvatao signale s jednog kontinenta i odašiljač koji bi ih emitirao prema drugom.

Transatlantska televizija bila bi tek skroman početak. Kad bi relejni satelit bio dovoljno daleko, recimo na 15 000 kilometara, njegove bi emisije pokrile polovicu svijeta pa bi dva ili tri takva satelita raspoređena ravnomjerno oko Zemlje mogla osigurati program cijelom svijetu, od Pola do Pola. Jasni, čisti signali s neba, bez smetnji ili nepoželjnog odjeka od susjednih zgrada, omogućili bi mnogo više standarde za kvalitetu slike od onih s kojima se danas zadovoljavamo.

Dopustite mi sada da se skromno pohvalim svojom malenkošću. Godine 1945. u listopadskom broju časopisa britanskog radija »Wireless World« prvi sam, koliko mi je poznato, predložio upotrebu satelita za svrhe globalne TV-mreže. Zamisao koju sam tada iznio pod blistavim naslovom »Izvanzemaljski releji« predviđala je upotrebu triju satelita na visini od 35.000 kilometara iznad ekvatora. Na toj visini satelit treba za jedan obilazak upravo 24 sata, pa ostaje zauvijek iznad iste točke na Zemlji. Zakoni nebeske mehanike daju nam tako zamjenu za nevidljivi 35.000 kilometara visoki televizijski toranj. Dok ovo pišem, tvrtka Hughes Aircraft Company i vojska Sjedinjenih Država pripremaju ubacivanje komunikacijskih satelita u tu 24-satnu putanju.

Na prvi pogled globalna televizija ne izgleda možda kao revolucionarna sila koja može izmijeniti našu civilizaciju. Promotrimo zato podrobnije neke njene posljedice.

Za nekoliko godina veliki će narodi moći uspostaviti svoje svemirske radio i TV-odašiljače s kojih će moći cijelom planetu upućivati svoje tehnički vrlo kvalitetne programe. Jedna je od dodatnih prednosti releja da će oni omogućiti upotrebu novih područja radio-spektra otvarajući »eter« za najmanje milijun

istovremenih TV-kanala ili milijardu radio-veza. Tako će se izbjeći pretrpanost valnih područja što se danas osjeća već i u lokalnom prometu.

To će srušiti sve postojeće granice širenja zvuka i slike. Stanovnici New Yorka ili Londona moći će promatrati moskovski ili pekinški program isto tako dobro kao programe svojih lokalnih stanica. A, naravno, i obrnuto.

Zamislite što bi to značilo. Do danas je i radio bio ograničen na usko područje, osim za ljubitelje kratkih valova koji su spremni na smetnje, krčenje i hirovito ponašanje ionosfere. Sad će, međutim, za cijeli svijet biti otvoren širok put kroz eter i svi će ljudi postati susjedi, svidjelo se to njima ili ne. Postao bi nemoguć bilo kakav oblik cenzure, političke ili drukčije. Ometati signale koji dolaze s neba bilo bi isto tako teško kao i zasjeniti zvijezde. Rusi ne bi mogli spriječiti da njihov narod vidi američki način života, a američka strana bila bi opet jednako pogođena općim zanimanjem za nesputane prijenose s Montmartra... Takva sloboda komunikacija odlučno bi utjecala na kulturnu, političku i moralnu klimu našeg planeta. Osim obećanja, ona sadrži i prijetnje. Sumnjate li u to razmislite o sasvim mogućoj ekstrapolaciji koja slijedi, a mogla bi se nazvati »kako osvojiti svijet a da to nitko ne opazi.«

Do 1970. Rusi će uspostaviti prvi snažni TV-relej iznad Azije koji će emitirati program na nekoliko jezika tako da ga mogu pratiti više od milijardu ljudi. Istovremeno će ruske trgovačke misije preplaviti Istok jeftinim tranzistoriziranim baterijskim TV-prijemnicima u dobro organiziranoj prodajnoj kampanji. Neće biti sela koje ne bi moglo nabaviti barem jedan prijemnik, a Sovjetski Savez bi mogao na tom poslu ostvariti i malu dobit...

I tako milijuni ljudi koji nikad nisu učili čitati, koji nikad nisu bili u kinu i nisu bili izloženi nikakvoj propagandi, padaju pod hipnotički utjecaj čarolije kojoj nisu uspjeli odoljeti niti naoko obrazovaniji narodi. Dobra zabava, kratke vijesti, satovi ruskog jezika, obrazovni programi »Uradi sam« koris-

ni nerazvijenim krajevima, kvizovi na kojima su prve nagrade obično putovanja u Sovjetski Savez — nije potrebno mnogo mašte da se shvati kamo to smjera. Za nekoliko godina Rusi bi neutralne narode pretvorili u saveznike.*

Možda nije pretjerano reći da prvenstvo u uspostavljanju satelitskog komunikacijskog sustava može odlučiti hoće li za pedesetak godina glavni jezik čovječanstva biti engleski ili ruski. TV-satelit je moćniji od interkontinentalnih balističkih raketa i najjačim će oružjem možda postati interkontinentalna televizija.

No, ostavimo sada političke aspekte TV-satelita i razmotrimo njihov učinak na domaćem tlu. Možda ćemo, na svačije zadovoljstvo, vidjeti kraj ružnih nizova antena koje su nagrdile obrise svih naših gradova i u posljednjih desetak godina od arhitekture načinile ruglo. Antene budućnosti bit će nalik na male tanjure ili sisteme leća kao što su danas već poznati radio-teleskopi. Usmjerene prema nebu one mogu biti upuštene u krov ili tavan i ne će im više biti potrebni klimavi stupovi da ih drže visoko u zraku. Taj estetski dobitak ne treba zanemariti. Utjecaj na kulturni sadržaj naših lokalnih televizijskih i radio-programa, suočenih s konkurencijom iz cijelog svijeta stvar je o kojoj se može nagađati. Neki cinici smatraju da je sustav TV-releja najbolji razlog protiv svemirskog putovanja koji se uopće može zamisliti; oni se zgražaju pri pomisli na stotine isto-

---

* Ovome mogu dodati zanimljivu napomenu. Vodeći panel-raspravu u njujorškom Coliseumu u listopadu 1961, koja je bila dio Izvještaja narodu o svemirskim letovima Američkog raketnog udruženja, primijetio sam kako bi bila odlična zamisao da Sjedinjene Države uspostave globalni TV-sustav na vrijeme kako bi se Olimpijske igre 1964. mogle prenositi svim narodima. Slijedećeg dana je taj prijedlog (ne znam tko je to prvi predložio) prenijet potpredsjedniku Johnsonu neposredno prije nego što je trebao govoriti na nekom prijemu u hotelu »Waldorf-Astoria«. Zamisao je ostavila takav dojam na potpredsjednika da je on promijenio pripremljeni tekst kako bi je uključio u govor. Ja bih se sada rado okladio da 1964. neće biti većeg grada u kojem se događaji iz Tokija neće moći gledati izravno.

vremenih vesterna ili tisuće disk-džokeja koji vrte ploče roka. No, upravo povećanje broja raspoloživih kanala što će ih sve moći gledati veći dio čovječanstva, omogućit će kvalitetnije i specijalizirane programe kakvi danas ne dolaze u obzir. Ima toliko gledatelja na svijetu da bi vjerojatno ekonomski bili opravdani kanali na kojima bi se prikazivale isključivo grčke drame, predavanja o simboličkoj logici ili šahovska natjecanja. Mnogi će zlurado očekivati utjecaj konkurencije na reklamne programe. Najmanje 100,000.000 Amerikanaca nikad nije upoznalo radost TV ili radio-programa koji ne pokušavaju naturiti neke proizvode; oni su poput čitatelja koji su uvjereni da se svaka peta stranica svake knjige sastoji od reklama koje oni ne smiju preskočiti. Ako Rusi budu dovoljno mudri da iskoriste ovu priliku, mogli bi osvojiti mnogobrojnu publiku pukim izostavljanjem reklama za sapune i sredstava za pospješivanje probave.

Pojava globalne televizije ili radija prekinut će kulturnu i političku izolaciju koja je još uvijek prisutna svugdje u svijetu osim u velikim gradovima. Putujući često širom Sjedinjenih Država odavno se zgražam nad intelektualnim vakuumom u koji upadate čim napustite New York, San Francisco, Boston, Chicago i još nekoliko »oaza«. To se odnosi i na novinstvo i na radio-televiziju. Kako li sam često bezuspješno trošio vrijeme u nekom zabačenom američkom gradiću tražeći primjerak »New York Timesa« da bih saznao što se događa na planetu Zemlji. A što se tiče valova u eteru, malo je potresnijih iskustava od pokušaja biranja stanica negdje na Dalekom jugu (Sjedinjenih Država, prim. prev.) osobito u nedjeljno prijepodne. U Engleskoj čovjek barem nije nigdje daleko od civilizacije (tj. trećeg programa BBC-a).

Ukidanje svih zapreka slobodnim intelektualnim i kulturnim vezama dovršit će revoluciju započetu prije pola stoljeća pojavom automobila i bojažljivo nastavljenu današnjom elektronikom kratkog dosega. To će značiti konačan kraj ograničenog, provin-

cijskog mentaliteta koji, priznajem, ima i svojih draži (osobito za nostalgične romanopisce i osobito gledan s veće udaljenosti.) Kad svi ljudi, ma gdje oni bili, budu imali ravnopravan pristup istoj općoj komunikacijskoj mreži, oni će neizbježno postati građani svijeta pa će važan problem budućnosti biti očuvanje vrijednih i zanimljivih regionalnih obilježja. Postoji pri tome velika opasnost općenitog spuštanja razine. Šupljine u kulturnom nasljeđu čovječanstva ne bi se smjele popunjavati uz cijenu rušenja vrhunaca.

Opći komunikacijski sustav imat će velik utjecaj na jezik. To bi moglo, kao što je već rečeno, dovesti do prevladavanja jednog jezika a ostali bi jezici imali značenje lokalnih dijalekata. Vjerojatnije je da će rješenje biti u dvojezičnom ili trojezičnom planetu. U tom smislu, Švicarska bi mogla biti prototip sutrašnjeg svijeta. Visoko iznad Zemlje, mnogo više nego što su graditelji Babilona mogli zamisliti, mi ćemo možda napokon skinuti prokletstvo koje je na njih bačeno.

Sve što je dosad opisano, sve do posljednjeg koraka razvoja, bit će postignuto primjenom postojećih tehnologija koje će se upotrebom satelitskih releja, proširiti cijelim svijetom. Sad je trenutak da razmislimo o sasvim novim uslugama koje će u takvom sustavu biti ostvarive, ako ih želimo koristiti.

Najočitija mogućnost je osobni primopredajnik tako malen da ga svaki čovjek može imati uz sebe poput ručnog sata. To je, dakako, stari san, a ako netko sumnja u mogućnost njegova ostvarenja, to znači da mu nisu poznata novija dostignuća elektronike. Danas se već rade radio-prijemnici prema kojima i najmanji tranzistorski radio-aparati izgledaju kao kabinetski modeli iz 1925. Najmanji što su ga uspjeli konstruirati stručnjaci za mikrominijaturizaciju velik je kao kocka šećera.

Ne upuštajući se u pitanja tehničkih pojedinosti (koja mogu biti zanimljiva jedino onima koji ionako mogu zamisliti odgovore) očekujem da će doći vrijeme kad ćemo moći pozvati bilo koju osobu na

Zemlji jednostavnim biranjem njenog broja. Ona će biti automatski pronađena, bez obzira na to da li je usred oceana, usred velikog grada ili negdje u Sahari. Već i sam takav uređaj mogao bi utjecati na društvena i ekonomska zbivanja kao što je to bilo s telefonom, njegovim primitivnim prethodnikom.

Opasnosti i mane takvog uređaja su očite, ali svi izumi imaju i loše strane. Razmislite ipak koliki bi životi bili spašeni, a tragedije i nesreće otklonjene. (Sjetite se što telefon znači usamljenim ljudima.)

Nitko se više ne bi mogao izgubiti, jer bi u prijemnik mogao biti ugrađen jednostavan uređaj za određivanje položaja i smjera kretanja, temeljen na principu današnjih radarskih pomagala za navigaciju. A u slučaju opasnosti ili nesreće, pomoć bi se mogla dozvati jednostavnim pritiskom na prekidač »Opasnost«.

Ako nam se čini da bi svijet time postao skučen mali prostor u kojemu je nemoguće pobjeći od prijatelja i obitelji ili uživati u bilo kakvom riziku, imate potpuno pravo. Ali ne budite zabrinuti; sasvim je dovoljno opasnosti i prostora u beskrajnim svemirskim ponorima. Zemlja je naš dom, pa neka bude ugodna, udobna i sigurna. Oni koji žele biti pioniri mogu ići drugdje.

S boljim komunikacijama opadat će potreba za prijevozom. Naši unuci čudit će se da su milijuni ljudi nekad gubili vrijeme na put do ureda gdje nisu radili ništa što se ne bi moglo obaviti putem telekomunikacijskih veza.

Naime, uspostava sveobuhvatnog telefonskog i televizijskog sustava, koji omogućuje razgovor s bilo kojom osobom na planetu, tek je početak. Već sada postoje sustavi za obradu podataka koji povezuju kilometrima udaljene tvornice i urede nadzirući čitave industrijske koncerne. Elektronika omogućuje decentralizaciju koja zbog rastućih najamnina i troškova prijevoza, da ne spominjemo prijetnju atomske gljive, postaje svake godine sve povoljnija.

Poslove će u budućnosti voditi ljudi koji gotovo nikad neće dolaziti u osobni dodir. Za to neće biti po-

treban ni ured, nego samo nešto što će odgovarati telefonskom broju. Knjigovodstvo će biti pohranjeno i vođeno u unajmljenom elektroničkom računalu koje može biti bilo gdje na Zemlji. Potrebne podatke o poslovanju službenici će moći dobiti ispisivanjem na brzim pisačima kad god im ustreba.

Doći će možda vrijeme kad će se polovica svjetskih poslova obavljati posredstvom velikih banaka podataka smještenih ispod pustinje Arizone, mongolske stepe, labradorskih močvara ili bilo kojeg drugog mjesta gdje je zemljište jeftino i neupotrebljivo za druge svrhe. Naime, sva bi mjesta na Zemlji bila blizu za zrake sa satelitskih releja; prebacivanje s Pola na Pol zahtijevalo bi samo zakret antene za sedamnaest stupnjeva.

Tako će poslovni ljudi dvadesetprvog stoljeća moći živjeti gdje god im se prohtije, vodeći poslove s terminala elektroničkih računala i uređaja za obradu podataka u svojim domovima. Jedino bi u izuzetnim prilikama bio potreban bliži osobni dodir od onog koji se može ostvariti putem televizije u boji. Poslovni ručak budućnosti mogao bi se sasvim dobro obaviti tako da polovice stolova budu udaljene 10 000 kilometara; nedostajalo bi jedino rukovanje i razmjena cigara.

Administrativne i poslovne sposobnosti nisu jedine koje bi postale neovisne o geografiji. Udaljenost je već postala nevažna za tri osnovna osjetila, vid, sluh i opip — ovo posljednje zahvaljujući uređaju za daljinsko rukovanje usavršenom za područje atomske energije. Svaka djelatnost koja ovisi o ta tri osjetila može se prema tome odvijati putem radio-valova. Sigurno će doći vrijeme kad će kirurzi moći operirati svoje pacijente na veliku udaljenost i svaka će bolnica moći zatražiti usluge najboljih specijalista, gdje god oni bili. U slijedeća dva poglavlja reći ćemo nešto više o uključivanju ljudskih osjetila u komunikacijske mreže.

Buduća primjena satelita koju astronautički inženjeri već razmatraju nazvana je Orbitalna pošta, a vjerojatno će u bliskoj budućnosti zamijeniti avi-

onsku. Postoje već uređaji koji mogu automatski odaslati i vjerno reproducirati cijelu knjigu u vremenu kraćem od jedne minute. Primjenom te tehnike jedan bi satelit mogao prenositi svo današnje prekooceansko dopisivanje.

Kad za nekoliko godina budete htjeli odaslati hitnu poruku, kupit ćete standardni formular za pismo na kojemu ćete rukom ili pisaćim strojem napisati sadržaj vijesti. U mjesnoj pošti formular će biti ubačen u stroj koji slova na papiru pretvara u električne signale. Oni će zatim biti radijem prenijeti do najbližeg satelitskog releja, upućeni u odgovarajućem smjeru oko Zemlje i konačno prihvaćeni na odredištu i reproducirani na standardnom formularu. Prijenos bi trajao djelić sekunde, a dostava pisma produžila bi to vrijeme za nekoliko sati, no ipak pisma ne bi trebala više od jednog dana da dođu do bilo kojeg mjesta na svijetu. Teškoće se javljaju u čuvanju tajnosti pisama ali to se može riješiti tako da sve poslove obavljaju roboti. Međutim, poznato je da su i staromodni listonoše ponekad čitali pisma ...

Jedno desetljeće nakon Orbitalne pošte imat ćemo možda nešto još uzbudljivije — Orbitalne novine. To će omogućiti usavršeni potomci uređaja za kopiranje kakvih danas ima u većini suvremeno opremljenih ureda. Jedan takav uređaj povezan s televizijskim prijemnikom moći će na vaš zahtjev načiniti trajnu snimku slike s ekrana. Budete li htjeli dnevne novine, bit će dovoljno da odaberete odgovarajući kanal, pritisnete prekidač i uzmete najnovije izdanje koje će izaći iz uređaja. To može biti tek jedna stranica vijesti; uvodnici će biti na nekom drugom kanalu, a sport, prikazi knjiga, novele i reklame na trećem. Izabrat ćemo ono što nam treba, a ostalo zanemariti sačuvavši tako čitave šume za buduća pokoljenja. Orbitalne novine jedva da će imati išta zajedničko s današnjima, osim naslova.

No to neće tu završiti. Istim putom moći ćemo iz središnjih knjižnica i banaka podataka primati kopije bilo kakvih dokumenata koji su nam potrebni, od Magna Carte do najnovijeg voznog reda Zemlja

— Mjesec. Čak će se i knjige jednog dana moći tako nabavljati, iako će se njihov format zbog toga morati bitno promijeniti.

Izdavači bi morali razmisliti o tim uznemirujućim izgledima. Najteže će biti pogođene novine i džepna izdanja, a neuzdrmana dolazećom revolucijom ostat će izdanja umjetničkih reprodukcija i kvalitetniji časopisi koji osim najboljeg tiska traže i posebno pažljivu obradu. Dnevni listovi doživjet će potres, a sjajni se mjesečnici nemaju čega bojati.

Kako će čovječanstvo izaći na kraj s lavinom informacija i zabave koja će se sručiti s neba, pokazat će budućnost. Znanost je još jedanput, sa svojom uobičajenom veselom neodgovornošću, ostavila novorođenče da dreči pred vratima civilizacije. Može se dogoditi da to dijete s vremenom postane isto tako velik problem kao ono koje se je rodilo 1942. usred otkucaja Geigerovih brojača, ispod sportske dvorane Čikaškog sveučilišta.

Hoće li, naime, biti vremena za bilo kakav rad na planetu od Pola do Pola zasićenom ugodnom zabavom, odličnom glazbom, sjajnim raspravama, vrhunskim atletskim natjecanjima i najrazličitijim obavještajnim uslugama. Već sada, tvrdi se, naša djeca provode jednu šestinu svog budnog stanja zalijepljena za katodnu cijev. Mi postajemo rasa pasivnih, a ne aktivnih sudionika u događajima. Možda će se pokazati da nam zadivljujuće mogućnosti kojima ćemo tek ovladati, pružaju više nego što može podnijeti naša samokontrola.

Ako je tako, onda bi nadgrobni natpis našoj rasi ispisan blještavim fluorescentnim slovima trebao glasiti:

»Bogovi, onome kojega žele uništiti,
prvo daju televiziju.«

Namjerno sam ovo poglavlje ostavio nepromijenjeno jer bi moglo biti povijesno zanimljivo kao pokušaj — djelomično ispunjenog — proroštva. Imena TELSTAR, COMSAT i INTELSAT ušla su u svijest čovječanstva a primjedba na str. (204) obistinila se lansiranjem satelita SYNCOM. Sredinom sedamdesetih godina oko Zemlje će kružiti prvi satelit za izravno odašiljanje programa što će ih svatko moći primati običnim prijemnikom opremljenim dodatnim priborom vrijednim nekoliko stotina dolara. Nad našim će glavama započeti komunikacijska revolucija.

Vratio bih se na prvu rečenicu ovog poglavlja; 20. kolovoza 1971. imao sam čast da susretnem Mamie Eisenhower u State Departmentu Sjedinjenih Država gdje smo oboje bili uzvanici na svečanosti u povodu sklapanja sporazuma INTELSAT (International Telecommunications Satellite Organisation) što ga je potpisalo 80 zemalja. Mislim da bi ovo poglavlje mogli zaokružiti govorom koji sam tada održao na prigodnoj zakuski:

»Slažem se da će konačan utjecaj komunikacijskih satelita na čovječanstvo biti u najmanju ruku jednak onom što ga je telefon imao na takozvana razvijena društva.

Zapravo, kad se radi o stvarnim komunikacijama za sada još nema razvijenih društava; još uvijek smo u vremenu zastavica i dimnih signala. Uskoro ćemo biti svjedoci zanimljive situacije jer će mnogi narodi, pogotovo u Aziji i Africi, preskočiti čitavo jedno razdoblje razvoja komunikacija i stupiti ravno u svemirsko doba. Oni neće ni upoznati goleme mreže kablova, i mikrovalne veze koje je ovaj kontinent sagradio uz vrlo velike troškove — i novčane i prirodnih sirovina. Sateliti mogu mnogo više uz mnogo manje štete za okolicu.

INTELSAT se dakako, u prvome redu odnosi na međusobno povezivanje dviju točaka što zahtijeva velike zemaljske stanice. On osigurava prvu pouzda-

nu visokokvalitetnu vezu širokog pojasa između svih naroda koji se žele pridružiti i to je vrlo velik uspjeh. Pa ipak, to je tek početak i ja bih rado pogledao nešto dalje u budućnost.

Za dvije godine će NASA lansirati prvi satelit ATS-F dovoljno snažan da se njegov signal može primati običnim kućnim televizijskim prijemnikom uz pomoć dodatnog pribora vrijednog oko 200 dolara. Tokom 1974. taj će satelit biti nad Indijom pa će, ako sve bude u redu, moći započeti prvi pokusi upotrebe svemirske komunikacije u masovnom obrazovanju.

Upravo sam došao iz Indije gdje sam snimao TV-film pod naslovom »Obećanje iz svemira«. U jednom selu izvan Delhija postavili smo prototip antene jednostavne žičane konstrukcije nalik na kišobran promjera oko tri metra. Svatko je može sastaviti za nekoliko sati, a jedna antena u selu dovoljna ja da započne društvenu i ekonomsku revoluciju.

Problemi tehnologije širenja obrazovanja, pismenosti, poboljšane higijene i poljoprivrednih metoda do svakog ljudskog bića na ovom planetu sada su riješeni. Troškovi će biti dolar po osobi godišnje, a dobit u zdravlju, sreći i blagostanju je neprocjenljiva.

No, naravno, tehnički problem je najmanji. Imamo li mi dovoljno mašte i državničke mudrosti da upotrijebimo to novo oruđe na dobrobit čitavog čovječanstva? Ili bi ono naturavalo upotrebu deterdženata i propagandu?

Ja sam optimist; to mora biti svatko koga zanima budućnost. Vjerujem da komunikacijski sateliti mogu ujediniti čovječanstvo. Dopustite da vas podsjetim da je ova velika zemlja, bez obzira na to što kažu povijesne knjige, stvorena prije nešto više od stotinu godina zahvaljujući dvama izumima. Bez njih Sjedinjene Države ne bi postojale. Ti su izumi, dakako, željeznica i električni telegraf.

Danas imamo pred sobom upravo takvu situaciju u svjetskim razmjerima. Ono što su željeznice i tele-

graf učinili prije stotinu godina, mlažnjaci i komunikacijski sateliti čine sada cijelom svijetu.

Nadam se da ćete se ove usporedbe sjetiti u skoroj budućnosti jer ste danas, namjeravali vi to ili ne, htjeli vi to ili ne, stavili svoje potpise na nešto što je više od još jednog sporazuma među vladama. Potpisali ste prvi nacrt Ugovora o udruživanju Sjedinjenih Zemaljskih Država.«

XVII poglavlje

MOZAK I TIJELO

Ljudski mozak je najsloženija struktura u poznatom svemiru, no kako o svemiru ne znamo gotovo ništa, on je vjerojatno prilično nisko na ljestvici organskih računala. Bez obzira na to, on posjeduje snagu i mogućnosti koje su još većim dijelom neiskorištene, a vjerojatno i nepoznate. Neobična je činjenica, o kojoj osjetljiv duh ne može razmišljati bez sjete, da su tokom posljednjih 50.000 godina na ovom planetu već postojali ljudi koji bi bili sposobni dirigirati simfonijskim orkestrom, otkrivati matematičke teoreme, biti sekretari Ujedinjenih naroda ili upravljati svemirskim brodom — samo da im je bila pružena prilika. Vjerojatno je 99 posto ljudskih sposobnosti potrošeno uzalud. Čak i danas većina kulturnih i obrazovanih ljudi, kakvima se smatramo, veći dio svog vremena djeluju kao automatski strojevi, a za dubljim sposobnostima svoga duha posegnu jedva jednom ili dvaput u životu.

U razmatranjima koja slijede zanemarit ću sve paranormalne ili takozvane psi-pojave. Ako one postoje i ako se njima bude moglo upravljati, one će ovladati cijelom budućnošću duhovne djelatnosti i nepredvidivo promijeniti sliku ljudske kulture. No, pri sadašnjem stupnju našeg neznanja takva su nagađanja beskorisna i lako nas mogu zavesti u glib

misticizma. Poznata nam snaga uma već i sama dovoljno začuđuje pa nije potrebno posezati za nepoznatim.

Pogledajmo prvo pamćenje. Nitko do sada nije uspio dati pouzdanu procjenu broja podataka ili dojmova što ih mozak može pohraniti tokom života. Neke stvari pokazuju da mi ništa ne zaboravljamo, nego smo u određenom trenutku nesposobni da pronađemo pohranjeni podatak. Danas rijetko susrećemo posebno dojmljivu vještinu pamćenja jer nam nije potrebna u ovom svijetu knjiga i dokumenata. Prije pronalaska pisma sva povijest i književnost morala je biti pohranjena u glavi i prenošena govorom. Čak se i danas još nađu ljudi koji mogu izgovoriti čitavu Bibliju ili Koran jednako kao što su nekada mogli deklamirati Homera.

Rad dr Wildera Penfielda i suradnika iz Montreala dramatično je pokazao da se davno izgubljena sjećanja mogu oživjeti električnim pobuđivanjem određenih područja mozga, gotovo kao da je reproduciran filmski snimak događaja. Ispitanik se prisjeća nekog prošlog zbivanja u živim pojedinostima (boja, miris, zvuk) ali je svjestan da se radi o sjećanju, a ne o sadašnjem događanju. Hipnotički postupci također imaju sličan učinak, što je Freud koristio pri liječenju duševnih bolesti.

Kada otkrijemo kako mozak uspijeva razvrstati i pohraniti bujicu dojmova koja ga preplavljuje u svakoj sekundi našeg života, možda ćemo postići svjestan ili umjetan nadzor nad pamćenjem. Tada to više ne bi bio nedjelotvoran proces gađanja i promašaja. Ako biste zaželjeli da ponovno pročitate stranicu novina što ste ih vidjeli prije trideset godina mogli biste to ostvariti pobuđivanjem odgovarajućih moždanih ćelija. To bi, u određenom smislu, bilo putovanje u prošlost — možda jedini način koji će ikada biti moguć. Bilo bi divno posjedovati takvu moć a, za razliku od ostalih velikih moći, ova bi nam samo koristila.

To bi moglo potpuno izmijeniti zakonske postupke. Nitko više ne bi mogao na pitanje: »Što ste ra-

dili u noći 23?« odgovoriti: »Ne sjećam se«. Svjedoci ne bi više mogli stvarati zabunu navodeći ono što misle da su vidjeli. Nadajmo se da pobuđivanje sjećanja neće u sudovima biti obvezatno, no ako bi itko predložio takvu buduću verziju Petog amandmana, očito je kakve bi bile posljedice. Kako bi samo divno bilo proći vlastitom prošlošću, oživjeti stare užitke i u sklopu kasnijeg znanja ublažiti stare patnje i učiti na davnim greškama. Kaže se, pogrešno, da utopljeniku bljesne cijeli život pred očima. Pa ipak možda će jednog dana oni koje u visokoj starosti više ne zanima budućnost moći oživjeti svoju prošlost i opet susresti poznate i voljene osobe svoje mladosti. Kao što ćemo kasnije vidjeti, to ne bi morala biti priprema za smrt, nego predigra novom rođenju.

Još važnije od pobuđivanja starih sjećanja moglo bi možda biti stvaranje novih. Teško je zamisliti korisniji pronalazak od naprave što su je pisci znanstvene fantastike nazvali »mehanički nastavnik«. Prema opisima pisaca i ilustratora taj hvalevrijedan uređaj obično podsjeća na frizersku sušilicu za trajno kovrčanje kose, a obavlja sličnu funkciju, samo na materijalu unutar lubanje. Taj uređaj ne valja miješati s nastavnim pomagalima što se danas sve više upotrebljavaju, iako će jednog dana ta pomagala možda biti smatrana njegovim dalekim precima.

»Mehanički nastavnik« mogao bi u nekoliko minuta utisnuti u mozak znanja i vještine što bi ih inače trebalo stjecati čitav život. Dobra je analogija proizvodnja gramofonskih ploča. Da bi se glazba izvela možda bi bio potreban čitav sat, dok otiskivanje ploče traje djelić sekunde i plastika savršeno »upamti« izvedbu. Čak bi se i u teoriji to činilo nemogućim i najmaštovitijim znanstvenicima prije samo stotinu godina.

Utiskivanje podataka izravno u mozak i stjecanje znanja bez učenja izgleda danas jednako nemogućim. To će tako i ostati dok god znatnije ne unaprijedimo naše razumijevanje umnih procesa. Ipak

nam je »mehanički nastavnik«, ili neki drugi postupak kojim se postiže sličan učinak, tako nužno potreban da civilizacija neće više moći dugo bez njega. Znanje se u svijetu udvostručuje svakih deset godina, a i taj se omjer stalno povećava. Već je sada dvadeset godina školovanja nedovoljno, pa ćemo uskoro umirati od starosti prije nego što naučimo živjeti i čitava će naša kultura propasti zbog svoje nesavladive složenosti.

U prošlosti je svaka iznenadna potreba uvijek bila pripravno dočekana. Upravo zbog toga, premda nemam pojma kako bi to trebalo djelovati i jedino pretpostavljam da bi se moglo ostvariti složenim nizom postupaka a ne pukom mehaničkom napravom, prilično sam uvjeren da će »mehanički nastavnik« biti izumljen. Ne bude li, prevladat će tok razvoja o kojem se govori u slijedećem poglavlju a kraj ljudske kulture već je na vidiku.

Postoje mnoge druge mogućnosti od kojih su neke i potvrđene a odnose se na izravnu obradu mozga. Već je pokazano da se ponašanje životinja pa i ljudi može znatno promijeniti ako se slabim električnim impulsima podražuju određena područja mozgovne kore. Osobnost se može potpuno promijeniti pa će mačka biti užasnuta već samim pogledom na miša, a ćudljiv majmun postat će miran i poslušan.

Najuzbudljiviji rezultat tih pokusa, koji će možda imati veće društvene posljedice nego rani radovi nuklearnih fizičara, vjerojatno je otkriće centara za užitak ili nagradu u mozgu. Životinje kojima su elektrode usađene u ta područja brzo nauče rukovati prekidačem koji uključuje nadasve ugodan električni podražaj pa se kod njih razvija takva ovisnost da ih ništa drugo ne zanima. Ispitivani majmuni znali su pritiskati nagradni prekidač tri puta u sekundi tokom osamnaest sati potpuno neometani ni glađu ni spolnim prohtjevima. U mozgu također postoje i područja bola i kazne; životinja će jednakom predanošću nastojati isključivati impulse koji podražuju te centre.

Mogućnosti za dobro ili zlo ovdje su tako očite da ih je nepotrebno bilo isticati, bilo prikrivati. Čak ni George Orwell nije pomišljao na elektronikom okovane ljudske robote upravljane iz centralne stanice, a to bi se tehnički možda moglo ostvariti i prije 1984.

Jedna je od mnogih neobičnih činjenica otkrivenih hipnozom da neistinita ali uvjerljiva sjećanja mogu biti nametnuta ispitaniku koji će se kasnije spremno zaklinjati da su mu se te stvari doista dogodile. Svi smo ponekad doživjeli snove tako žive da ih nakon buđenja brkamo sa stvarnošću; mene je dvadeset godina progonilo »sjećanje« na spektakularan udes jednog spitfirea a da nikada nisam mogao utvrditi je li to bio stvaran događaj ili priviđenje.

Umjetna sjećanja, budu li se mogla sastavljati, snimiti i zatim ubilježiti u mozak električnim ili nekim drugim putem, bila bi oblik posrednog doživljavanja mnogo življih (zahvaćajući sva osjetila) od bilo čega što je mogla dati obilna holivudska produkcija. Bio bi to doista krajnji oblik zabave — krivotvoreno iskustvo mnogo stvarnije od stvarnosti. Pitanje je ne bi li većina ljudi odbila da živi na javi ako bi tvornice snova mogle ispuniti svaku njihovu želju uz cijenu beznačajnog utroška električne energije.

Nikad ne bismo smjeli zaboraviti da svo naše poznavanje svijeta koji nas okružuje zahvaljujemo vrlo ograničenom broju osjetila od kojih su vid i sluh najvažniji. Ako se nekako zaobiđu ti osjetni kanali ili ako se poremete normalni ulazni podražaji, doživljavamo iluzije koje ne odgovaraju vanjskoj stvarnosti. U to se možete najjednostavnije uvjeriti ako sjednete na neko vrijeme u potpuno zamračenu prostoriju, a zatim lagano pritisnete svoje kapke prstima. »Vidjet« ćete nevjerojatne oblike i boje iako na mrežnicu oka ne djeluje nikakva svjetlost. Vidni živci prevareni su pritiskom. Kad bismo točno poznavali elektrokemijsku šifru kojom se slike pretvaraju u osjete, mogli bismo vratiti vid ljudima bez očiju. Za mnogo jednostavnije osjetilo sluha, iako još uvijek krajnje složeno, nešto poput ovoga već je

učinjeno. Električni impulsi iz mikrofona dovedeni su, odgovarajuće prilagođeni, izravno do slušnih živaca gluhog čovjeka, koji je zatim mogao osjetiti zvuk. Kažem »osjetiti« a ne »čuti« jer će nam još dugo trebati prije nego što budemo mogli oponašati sustav znakova što ih šalje uho. Odgovarajući sustav oka još je kudikamo složeniji.

Ovo je pogodan trenutak da spomenemo prilično jezovit pokus što ga je svojevremeno izveo veliki fiziolog lord Adrian. Otišavši korak dalje od vještica u »Macbethu« on je uzeo oko žabe i spojio ga s pojačalom i zvučnikom. Dok se kretao laboratorijem mrtvo ga je oko preslikavalo na svoju mrežnicu, a promjenljiv raspored svjetla i sjene pretvaran je u niz čujnih otkucaja. Grubo uzevši, znanstvenik je upotrijebio svoje čulo sluha da bi gledao okom životinje.

Moguće je zamisliti gotovo neograničeno proširivanje tog pokusa. Načelno, osjetilni podražaji bilo kojeg živog bića — životinje ili čovjeka — mogli bi se vodičima dovesti izravno do određenih područja mozga. Mogli biste tako gledati očima drugog čovjeka i čak steći dojam o tome kako izgleda stanovati u neljudskom tijelu.

Mi smatramo da nam naša osjetila daju potpunu sliku naše okolice ali to je vrlo daleko od istine. Mi smo daltonisti, gluhi kao top za čitav svijet podražaja koji su izvan domašaja naših osjetila. Pseći svijet je svijet mirisa, a svijet dupina je simfonija ultrazvučnih titraja ravna vidu. Za pčelu raspršena Sunčeva svjetlost oblačnog dana nosi oznaku smjera koja je potpuno izvan naše moći razlučivanja, jer pčela može utvrditi smjer polarizacije svjetlosnog vala. Zvečarka napada u potpunom mraku u smjeru infracrvenog tinjanja svoje žive žrtve, što su naši vođeni projektili naučili tek u posljednjih nekoliko godina. Postoje u blatnim rijekama slijepe ribe koje svoj mutan svijet ispituju električnim poljima, što je prirodan prototip radara, a sve ribe imaju neobičan organ, bočnu prugu, što se proteže duž njihovih tijela te opaža titraje i promjene tlaka u okolnoj vodi.

Čak i ako uspije dovesti takve osjetilne podražaje do naših mozgova, pitanje je hoćemo li ih mi razumjeti. Nesumnjivo hoćemo ali tek nakon dugotrajne vježbe. Mi se učimo da koristimo i svoja vlastita osjetila; novorođenče ne vidi, a isto tako ni slijepac kojemu je iznenadno omogućen vid, premda u oba slučaja vidni aparat može savršeno funkcionirati. Um mora uz pomoć mozga prvo raščlaniti i razvrstati pristigle podražaje uspoređujući ih s ostalim podacima iz vanjskog svijeta dok se sve zajedno ne složi u potpunu sliku. Do tog trenutka ne možemo reći da »vidimo«. Takav bi proces trebao da bude moguć i s ostalim osjetilnim organima, premda ćemo za odgovarajuće doživljaje morati izmisliti nove nazive.

Pilot zrakoplova čini nešto slično, kad sakuplja podatke s niza brojčanika i mjernih uređaja. On se intelektualno, a možda čak i osjećajima poistovjećuje sa svojim vozilom. Jednog dana možda ćemo pomoću uređaja za daljinsko opažanje ostvariti nešto slično sa životinjama. Konačno ćemo saznati nešto više o ponašanju orla na nebu, kita u moru ili tigra u džungli. Tako ćemo sa životinjskim svijetom obnoviti vezu čiji je prekid veliki gubitak za modernog čovjeka.

No, vratimo se opet na čvrsto tlo. Nema sumnje da se raspon i istančanost naših vlastitih osjetila može znatno proširiti prilično jednostavnim sredstvima npr. vježbama ili medikamentima. S tim će se odmah složiti svatko tko je promatrao kako slijep čovjek čita Braillovo pismo ili pomoću zvuka utvrđuje položaj predmeta. (Jedanput sam promatrao slijepog suca koji je vodio stolnoteniski susret, što bih ranije bio smatrao nemogućim. On je sudio čak i susrete svjetskog prvenstva!) Slijepi pružaju najizrazitije primjere naglašene osjetljivosti, no ima i drugih primjera. Na pamet mi odmah padaju kušači čaja, vina i mirisa, oni koji čitaju s usana pa i »vidovnjaci« s pozornica koji mogu pronaći sakrivene predmete opažajući jedva primjetne drhtaje svojih pomoćnika.

Te su sposobnosti posljedica uporne vježbe ili nadomjestak za gubitak nekog drugog osjeta. Ali, kao što je dobro poznato (vjerojatno predobro poznato), sredstva poput meskalina i LSD-a također mogu izazvati naglašenu preosjetljivost, izazivajući privid stvarnijeg i živopisnijeg svijeta nego u svakodnevnici. Iako je taj dojam potpuno subjektivan — poput uvjerenja pijanog vozača da svojim vozilom upravlja vještinom vozača Grand Prixa — ta je pojava izuzetno zanimljiva i može imati važne praktične primjene.

Bilo bi vrlo korisno npr. kad bismo ovladali bolom, a to se sigurno može postići za što postoje mnogobrojni primjeri. Poznata tvrdnja da »bol nije stvaran« doslovno je točna, samo što nam to nimalo ne pomaže kad imamo zubobolju. Većina bolova (ali ne svi) ima važnu ulogu djelujući kao znak za upozorenje, i oni rijetki ljudi koji ih ne mogu osjetiti u neprestanoj su opasnosti. Ne bismo, dakle, htjeli ukinuti bol ali bilo bi poželjno da ga možemo zaobići, nakon što je poslužio svojoj svrsi, isključivši ga nekom vrstom mentalnog prekidača.

Na Istoku to je toliko uobičajeno da nikoga više posebno ne iznenađuje. Vidio sam i fotografirao izbliza muškarce i djecu kako hodaju po žeravici dubokoj do gležanja. Neki su zadobili opekotine ali nitko od njih nije osjećao bolove; bili su u stanju hipnoze uzrokovane vjerskim zanosom.*

Novije metode za izvođenje bezbolnih zahvata pomoću zvuka pokazuju da i tajnoviti Zapad ima nekoliko lukavština u rukavu. Pri tom postupku što ga uspješno primjenjuju mnogi zubari, pacijent dobiva par slušalica. Podešavajući neprestano glasnoću tako da samo čuje glazbu usprkos okolnim šumovima, on više ne osjeća bol. Čini se kao da su njegovi ulazni kanali prezaposleni da bi primili druge poru-

* Jedan od mojih prijatelja odbacio je opušak dok je razgovarao s glavnim hodačem po žeravici u jednom hinduskom svetištu. Hodač po žeravici nehotice je stao na opušak i nesvjesno odskočio. Toliko o teoriji »debelih urođeničkih tabana«; važan je jedino psihološki odnos tj. duhovna priprema.

ke. Vjerojatno se ovdje kao i kod hodanja po žeravici radi o obliku autohipnoze ali nama to polazi za rukom jedino uz pomoć dodatnih uređaja. Jednog ćemo se dana možda, poput joga i fakira, riješiti tih mentalnih proteza.

Od hipnoze samo je korak do sna — tog tajanstvenog stanja u kojem potratimo trećinu svog žalosno kratkog života. Nitko još nije uspio dokazati da je san nužan, premda nema sumnje da bez njega ne možemo izdržati duže od nekoliko dana. Čini se da je to posljedica prilagođavanja tokom dugih razdoblja svakodnevnom ciklusu svjetla i tame. Kako je nedostatak rasvjete onemogućavao bilo kakve noćne aktivnosti, većina životinja je poprimila naviku spavanja do povratka Sunca. Slično tome su i druge životinje poprimile naviku zimskog sna ali to još ne znači da svatko mora u krevet od listopada do veljače. Također ne moramo uvijek biti u krevetu od 10 navečer do 7 ujutro.

Neke morske životinje ne spavaju nikada, premda se odmaraju. Većina morskih pasa npr. čitavog života moraju ostati u pokretu jer u protivnom ne bi bio dovoljan protok vode kroz njihove škrge pa bi uginuli zbog nedostatka kisika. Dupini su suočeni s još gorom nevoljom; oni se svake dvije do tri minute moraju vratiti do površine da bi udahnuli zrak pa si nikada ne mogu dopustiti niti trenutak besvijesti. Bilo bi zanimljivo ispitati spavaju li stanovnici oceanskih dubina gdje se osvjetljenje nikada ne mijenja, a potpun mrak vlada već 100,000.000 godina.

Novije potvrde davno prihvaćene činjenice da svi sanjamo, dovele su do teorije da je san psihološka a ne fiziološka potreba. Kao što je rekao jedan znanstvenik, san nam omogućuje na dan nekoliko sati bezopasnog ludila. Ovo je objašnjenje vrlo neuvjerljivo i jednako je tako prihvatljivo da su sni slučajan i nehotičan nusproizvod spavajućeg mozga jer nije vjerojatno da bi se tako složen organ potpuno isključio. (O čemu sanjaju elektronička računala?)

U svakom slučaju neki istaknuti ljudi poput Edisona uspijevali su djelotvorno živjeti s dva do tri sa-

ta sna dnevno, a medicinska znanost je opisala slučajeve osoba koje nisu spavale godinama, a da im zbog toga nije ništa nedostajalo. Čak i ako ne možemo potpuno odbaciti san, bio bi velik dobitak kad bismo ga uspjeli sažeti na nekoliko sati potpune odsutnosti svijesti, u po želji odabrano vrijeme.

Vjerojatno je da će razvoj globalnog TV-sustava i jeftine telefonske mreže što će se protezati kroz sve vremenske zone, neizbježno dovesti do svijeta organiziranog na 24-satnoj osnovi. To će samo po sebi zahtijevati skraćenje sna, a izgleda da su potrebna pomoćna sredstva da se to ostvari već blizu.

Prije nekoliko godina Rusi su se pojavili na tržištu sa zgodnim malim »električnim uspavljivačem« veličine kutije za cipele, a teškim smo 2,5 kg. Putem elektroda položenih na očne kapke i potiljak djeluje se na koru mozga niskofrekventnim titrajima i ispitanik brzo pada u dubok san. Iako je taj uređaj očito bio namijenjen primjeni u zdravstvu, zabilježeno je da ga mnogi sovjetski građani upotrebljavaju kako bi skratili vrijeme spavanja na nekoliko sati dnevno.*

Možda će nam uvijek biti potreban taj »melem umornih umova« ali nećemo morati provesti trećinu života primjenjujući ga. S druge strane, ima prilika kada bi produžena odsutnost svijesti bila vrlo korisna, npr. za vrijeme oporavka nakon operacije i prije svega tokom dugotrajnih svemirskih putovanja. S tim u vezi ozbiljno se razmišlja i o mogućnosti izazivanja obamrlosti što će nam trebati otisnemo li se ikada prema zvijezdama ili na putovanja do odredišta udaljenih više svjetlosnih godina. Siguran i prikladan oblik obamrlosti — koja s medicinskog stajališta nije nemoguća i može se zapravo smatrati proširenjem anestezije — mogao bi biti vrlo koristan za društvo. Neizlječivi bolesnici mogli

* Žalim da sam ikada spomenuo tu nevoljnu napravu i, da prekinem dalju bujicu pisama, dajem do znanja da se ona može nabaviti jedino kod ovlaštenih dobavljača medicinskog pribora te da ne znam, ponavljam *ne znam*, gdje se ona može kupiti. Sva pisma koja se odnose na taj predmet, neće biti pročitana, a o odgovoru da i ne govorimo.

bi odlučiti da preskoče deset ili dvadeset godina u nadi da će medicinska znanost do tada riješiti njihov problem. U budućnost bismo mogli poslati također duševne bolesnike i zločince kojima danas ne možemo pomoći, očekujući da će ih ona spasiti. Našim se potomcima možda neće dopasti takvo nasljeđe ali nam ga barem neće moći poslati natrag.

Sve ovo podrazumijeva, premda to još nitko nije dokazao, da je legenda o Ripu Van Winkleu znanstveno bez prigovora i da se proces starenja može tokom obamrlosti usporiti ili čak zaustaviti. Čovjek bi, dakle, mogao spavajući putovati kroz stoljeća, zaustavljajući se s vremena na vrijeme da bi istraživao budućnost kao što mi danas istražujemo prostor. Kada bi im bila pružena mogućnost, takvo bi putovanje odabrali oni kojima ne odgovara vrijeme u kojem žive pa bi tako mogli vidjeti svijet koji će postojati mnogo nakon normalnog trajanja njihova života.

A sad dolazimo do nečega što je vjerojatno najveća od svih zagonetki. Postoji li uopće normalno trajanje života, ili ljudi zapravo svi umiru slučajno? Iako mi sada prosječno živimo znatno duže od naših predaka, krajnja se granica izgleda nije pomaknula otkad imamo povijesne zapise. Biblijskih sto dvadeset godina vrijedi još uvijek jednako kao i prije 4 000 godina.

Nema dokaza da je bilo koje ljudsko biće živjelo duže od 115 godina. Mnogo veće brojke što se često navode gotovo su sigurno plod prijevare ili pogreške. Čovjek, izgleda, živi najduže od svih sisavaca, ali neke ribe i kornjače mogu doživjeti dva stoljeća. Drveće, naravno, ima nevjerojatan vijek; koliko se zna najstariji živući organizam je malen i neugledan čekinjasti bor na predgorju Sierra Nevade. On raste, doduše ne u obilju, već 4 600 godina.*

Smrt (premda ne i starenje) očito je nužna i za društveni i za biološki napredak. Čak i kada ne bi bio zagušen prenapučenošću, svijet besmrtnih ubrzo bi se prestao razvijati. Na svakom području ljudske

* Vidi »National Geographical Magazine«, ožujka 1958.

djelatnosti mogu se naći primjeri zaglupljujućeg utjecaja ljudi koji su nadživjeli svoju korisnost. Čini se ipak da smrt, poput sna, nije biološki neizbježna, iako je evolucijska nužnost.

Naša tijela nisu poput strojeva; ona se nikada ne istroše jer se neprestano ponovo izgrađuju od novog materijala. Kad bi taj proces bio uvijek jednako djelotvoran, mi bismo bili besmrtni. Na žalost, nakon nekoliko desetaka godina obično se nešto poremeti u službi za popravke i održavanje. Materijali su dobri kao i prije ali stari su nacrti zagubljeni ili odbačeni i vitalne se funkcije više ne uspostavljaju kako bi trebalo nakon što zakažu. Čini se kao da se tjelesne ćelije ne mogu prisjetiti poslova što su ih nekada tako dobro obavljale.

Pamćenju se može pomoći tako da se vode točni zapisi i možda ćemo jednog dana pomagati našim tijelima upravo na taj način. Pronalaskom abecede zaboravljivost je prestala biti neizbježna; istančanija oruđa buduće medicine možda će liječiti tjelesnu zaboravljivost, omogućujući nam da u nekom prikladnom uređaju za pohranu sačuvamo idealne prototipove svojih tijela. S vremena na vrijeme moglo bi se provjeravati i ispravljati odstupanja od tog predloška prije nego što postanu ozbiljna.

Budući da su biološka besmrtnost i čuvanje mladosti privlačni mamci, ljudi neće nikada prestati tragati za njima, mučeni primjerima stvorova što žive stoljećima i nepokolebani nesretnim iskustvom dr Fausta. Bilo bi nerazumno misliti da će to traganje ostati zauvijek bezuspješno, tokom čitave vječnosti što leži pred nama. Drugo je pitanje bi li uspjeh bio poželjan.

Tijelo je vozilo za mozak, a mozak je sjedište duha. U prošlosti ovo trojstvo bilo je nerazdvojno ali to neće uvijek biti tako. Ne možemo li spriječiti raspadanje svojih tijela, možda ih možemo zamijeniti dok još ima vremena.

Kao nadomjestak ne mora poslužiti drugo tijelo od krvi i mesa; mogao bi to biti stroj i to bi moglo predstavljati slijedeći stupanj evolucije. Čak i ako

mozak nije besmrtan, sigurno je da bi mogao živjeti znatno duže od tijela koje konačno biva skrhano bolestima i nesrećama. U poznatom nizu pokusa, izvedenih prije više godina, ruski su kirurzi održavali pseću glavu u životu nekoliko dana isključivo umjetnim sredstvima. Ne znam da li im je to uspjelo s čovjekom ali ne vjerujem da nisu pokušali.

Ako mislite da bi nepokretan mozak živio dosadnim životom onda niste dobro shvatili ono što je do sada bilo rečeno o osjetilima. Mozak povezan žicama ili radio-vezom s odgovarajućim organima mogao bi sudjelovati u bilo kakvom zamislivom doživljaju, stvarnom ili izmišljenom. Jeste li zaista svjesni kada nešto dodirujete da vaš mozak nije u vrhovima prstiju nego gotovo metar daleko? Biste li opazili razliku kada bi udaljenost bila 5 000 km, a ne jedan metar? Radio-valovima treba manje vremena da prijeđu tu udaljenost nego živčanim podražajima da prođu vašom rukom.

Možemo zamisliti vrijeme kada će na ljude koji još uvijek borave u organskim tijelima, sa sažaljenjem gledati oni koji — prešavši na neizmjerno bogatiji oblik postojanja — mogu prebaciti svoju svijest ili pažnju trenutačno na bilo koju točku kopna, mora ili neba gdje postoji osjetilni organ. Ulazeći u mladenaštvo, napuštamo djetinjstvo; jednog dana možda će postojati drugo, čudesnije mladenaštvo kad ćemo se oprostiti od tijela.

Uspijemo li održati mozak zauvijek živim, neće li on s vremenom postati zagušen sjećanjima i opterećen mnogobrojnim dojmovima i iskustvima pa više neće biti mjesta za nova? Vjerojatno da, premda bih opet ponovio da nam nisu poznate krajnje mogućnosti dobro uvježbanog uma, čak i bez mehaničkih pomagala s kojima ćemo jednog dana raspolagati. Kao zgodan okrugao broj, tisuću godina mogla bi biti otprilike konačna granica neprekidnog ljudskog postojanja, a podvrgavanjem obamrlosti taj bi se milenij mogao u odsječcima protegnuti znatno duže.

Međutim i ova se zapreka možda može zaobići, kao što sam naveo u romanu »The City and the Stars« (»Grad i zvijezde«). Bio je to pokušaj da se zamisli vječno društvo u zatvorenom gradu Diaspara za milijardu godina. Htio bih završiti navodeći riječi kojima mog junaka njegov staratelj Jeserac podučava životnim istinama:

»Ljudsko je biće, poput svakog drugog predmeta, određeno svojom strukturom. Struktura čovjeka je nevjerojatno složena, a ipak je Prirodi uspjelo smjestiti uzorak te strukture u sitnu ćeliju koja je premala da bi se vidjela okom.

Što može priroda može, na svoj način i čovjek. Nije nam poznato koliko je vremena bilo potrebno da se ta zadaća ostvari. Milijun godina, možda — ali što je to? Na kraju su naši preci naučili da raščlane i pohrane podatke koji određuju svako pojedino ljudsko biće i upotrijebe te podatke da bi se ponovo stvorio original.

Način na koji se podatak pohranjuje nije uopće važan, bitan je jedino sam podatak. On može biti u obliku riječi ispisanih na papiru, promjenljivih magnetskih polja ili raspodjele električnih naboja. Ljudi su upotrebljavali sve ove načine pohrane, ali i mnoge druge. Dovoljno je reći da su oni još davno bili u stanju da pohrane sami sebe ili da budemo točniji, bestjelesne uzorke iz kojih su mogli opet biti vraćeni u život.

Uskoro ću se pripremiti da napustim ovaj život. Pregledat ću svoja sjećanja, srediti ih i odbaciti ona koja ne želim zadržati. Tada ću krenuti u Dvoranu Stvaranja ali kroz vrata što ih nikada nisi vidio. Ovo će staro tijelo prestati postojati, a također i sama svijest. Od Jeseraca neće ostati ništa osim galaktike elektrona zamrznutih u srcu kristala.

Spavat ću bez snova. Zatim ću se jednoga dana, možda za stotinu tisuća godina, naći u novom tijelu i upoznati one koji su bili izabrani da mi budu starateljima. U početku neću znati ništa o Diasparu i neću se sjećati što sam bio ranije. Ta će se sjećanja

polako vratiti na kraju mog djetinjstva i ja ću se na njih oslanjati ulazeći u svoj novi krug postojanja.

To je slika našeg života. Svi smo mi bili ovdje već mnogo, mnogo puta no, kako se razdoblja nepostojanja odabiru prema zakonima slučaja, sadašnje se pučanstvo nikada neće ponoviti. Novi će Jeserac imati nove i različite prijatelje i zanimanja ali stari će Jeserac još postojati, onoliko koliko ga ja želim sačuvati.

Tako svakog trenutka živi u Diasparu i hoda njegovim ulicama samo stotnina njegovih građana. Većina spava u bankama sjećanja, čekajući na signal koji će ih opet pozvati na pozornicu života. Tako imamo neprestanost ali i promjenu — besmrtnost ali ne stagnaciju . . .«

Je li to maštanje? Ne znam, ali mislim da će stvarnost daleke budućnosti biti još mnogo čudnija. U slijedećem poglavlju pokušat ćemo zaviriti u nju.

Pogovor

Novija istraživanja »biološke povratne sprege« pri čemu se mozgovni impulsi obrađuju računalom i vraćaju kroz osjetila, otvorila su neke vrlo uzbudljive mogućnosti. Već nakon nekoliko sati vježbe s tim uređajem, ispitanici postižu nadzor nad tijelom koji se može mjeriti s uspjesima najnadarenijih poznavalaca joge. (Vidi npr. Dave Rorvik: »When Man Becomes Machine« — »Kad čovjek postane stroj.«)

XVIII poglavlje

ZASTARA ČOVJEKA

Prije otprilike milijun godina jedan ni po čemu osobit primat otkrio je da se njegovi prednji udovi mogu upotrijebiti za još neke stvari ne samo za pokretanje. Mogao je zahvatiti predmete poput štapova i kamenja, a oni su onda mogli koristiti za ubijanje lovine, iskopavanje korijenja, obranu ili napad i stotine drugih poslova. Na Sunčevu trećem planetu pojavilo se oruđe i izazvalo nepovratne promjene.

Oruđe nisu počeli upotrebljavati ljudi — a to je spoznaja novijeg datuma — nego njihovi čovjekoliki preci, odredivši tim otkrićem svoju sudbinu. Naime, već i najprostije oruđe kao što je prirodno zašiljen kamen koji slučajno pristaje ruci pruža snažan tjelesni i umni poticaj onome tko ga upotrebljava. On mora hodati uspravno, nisu mu više potrebni dugi očnjaci jer oštar kamen reže bolje, a također mora razviti veliku okretnost ruku. Sve su to oznake homo sapiensa i čim se one počnu razvijati svi raniji modeli zastare. Navodim riječi profesora Sherwooda Washburna s antropološkog odjela Kalifornijskog sveučilišta: »Čitav je tok ljudske evolucije započeo uspjehom najjednostavnijeg oruđa, a to je dovelo do današnjih civilizacija.«

Obratite pažnju na riječi: »čitav tok ljudske evolucije«. Stara predodžba da je čovjek izumio oruđe

prema tome je poluistina koja vodi u zabludu. Točnije bi bilo reći da su oruđa izumila čovjeka. Iako su to bila vrlo jednostavna oruđa, u rukama bića što su se jedva razlikovala od majmuna, ona su ipak dovela do nas i do konačnog izumiranja čovjekolikog majmuna koji ih je prvi upotrebljavao.

Sad ciklus opet počinje ispočetka. Međutim, ni povijest ni prapovijest nikada se točno ne ponavljaju, a ovog puta očekuje nas začuđujuć obrat. Oruđe što ga je čovjekoliki majmun pronašao uzrokovalo je njegovu evoluciju prema sljedbeniku, homo sapiensu. Oruđe pak što smo ga mi pronašli sâmo je naš sljedbenik. Biološka evolucija ustupila je mjesto mnogo bržem procesu — tehnološkoj evoluciji. Kratko i jasno rečeno, stroj će preuzeti stvari u svoje ruke.

To nipošto nije originalna zamisao. Mogućnost da proizvod ljudskog mozga jednoga dana ugrozi, a možda i uništi čovjeka, tako je otrcan stari klišej da ga se nijedan znanstveno-fantastični časopis koji drži do sebe ne bi usudio upotrijebiti. On se proteže od Čapekova »Rura«, »Erewhona« Samuela Butlera, »Frankensteina« Mary Shelley preko legende o Faustu do tajnovitog ali vjerojatno ne isključivo mitskog lika Dedala, savjetnika za znanstvena istraživanja kralja Minosa. Prema tome, glasnu manjinu čovječanstva već najmanje 3 000 godina muče sumnje o konačnom ishodu tehnologije. Sa sebičnog ljudskog gledišta te sumnje su opravdane. Primijetio bih, međutim, da to neće zadugo ostati jedino, a možda čak ni najvažnije gledište. Kad su se prije dvadesetak godina pojavila prva velika elektronička računala ubrzo su dobila nadimak »divovski mozgovi«. Znanstvena zajednica nije pridavala osobitu pažnju tom nazivu ali neki su znanstvenici primijetili da je upotrijebljena pogrešna riječ. Elektronička računala nisu bila divovski mozgovi; ona su bila i još uvijek su patuljasti mozgovi, premda su tokom razdoblja kraćeg od jedne ljudske generacije stostruko narasla. Ipak, čak i na sadašnjem stupnju razvoja, što odgovara kamenoj sjekiri, ona mogu izvesti stva-

ri što bi ih još jučer gotovo svatko smatrao nemogućima — prevode s jednog jezika na drugi, skladaju glazbu i prilično dobro igraju šah. Od ovih djetinjih igara duha mnogo je važnija činjenica da su elektronička računala srušila granicu između mozga i stroja.

To je jedna od najvećih — a možda i posljednja — pobjeda u povijesti ljudske misli, poput otkrića da Zemlja kruži oko Sunca ili da je čovjek dio životinjskog carstva ili da vrijedi $E = mc^2$. Kad su se prvi put pojavile, sve su te ideje bile mahnito napadane i prošlo je dosta vremena dok su bile prihvaćene. Isto tako će ljudima trebati neko vrijeme dok budu shvatili da strojevi mogu misliti i da bi ih jednog dana mogli zbrisati s lica Zemlje.

Mogli biste sada zapitati: »Da, ali što podrazumijevate pod mišljenjem?« Predlažem da zaobiđemo to pitanje zaključujući na način engleskog matematičara A. M. Turinga. On je zamislio igru koju bi igrala dva teleprinterska operatera u odvojenim sobama — takva je veza potrebna da bi se isključili svi podaci što bi ih pružao glas, izgled itd. Pretpostavimo da jedan od sugovornika može postaviti drugome bilo kakvo pitanje i da drugi mora dati prikladan odgovor. Ako niti nakon nekoliko sati ili dana takvog razgovora ispitivač ne bi mogao odlučiti je li njegov sugovornik čovjek ili stroj, tada ne bi mogao niti poricati da može misliti. Elektronički mozak koji bi prošao takav ispit mogao bi biti smatran razumnim bićem. Svatko tko bi tvrdio suprotno samo bi dokazao da je gluplji od stroja; bio bi nerazumni cjepidlaka poput onog mudraca koji je dokazao da »Odiseju« nije napisao Homer, nego neki drugi čovjek istog imena.

Od konstruiranja takvog stroja dijele nas desetljeća a možda i stoljeća, pa ipak možemo biti sigurni da će nam to uspjeti. Ako se Turingov pokus nikad ne izvede bit će to naprosto zato jer će inteligentni strojevi budućnosti imati pametnijeg posla nego da vode duge razgovore s ljudima. Ja često razgovaram sa svojim psom ali ne predugo.

Činjenica da su današnja velika računala još uvijek samo vrlo brzi blesani koji ne mogu ništa izvan pažljivo uprogramiranih uputa, dala je mnogim ljudima lažan osjećaj sigurnosti. Nema stroja, kažu oni, koji bi mogao biti inteligentniji od svog tvorca — čovjeka koji ga je zamislio i planirao njegove funkcije. On može računati milijun puta brže ali to je sasvim sporedno. Sve što može elektronički mozak mora biti uz dovoljno vremena i strpljenja dostupno ljudskom mozgu. Prije svega, nijedna mašina ne može očitovati originalnost ili stvaralačku sposobnost ili bilo koju od ostalih osobina, što se lakovjerno nazivaju »ljudskima«.

Svi su ti argumenti lažni, a oni koji ih još iznose nalik su kočijašima koji su se običavali rugati prvim Fordovim automobilima kad bi ih zatekla nevolja. Čak kada bi to bilo točno, ne bi baš bilo umirujuće, što slijedi i iz ovih redaka dr Norberta Wienera: »Takvo stajalište (da stroj uopće ne može biti originalan) valjalo bi po mojem mišljenju potpuno odbaciti ... Smatram da strojevi mogu prijeći pa i da prelaze neke granice svojih stvaralaca ... Premda može biti točno da ne možemo načiniti takav stroj čije elemente ponašanja ne bismo mogli prije ili kasnije razumjeti, to ni u kojem slučaju ne znači da ćemo ih moći shvatiti u kraćem vremenu od operativnog vremena stroja pa čak niti za dani broj godina ili generacija ... To znači, iako su strojevi u teoriji podložni ljudskoj prosudbi, da će za tu prosudbu možda biti potrebno toliko vremena da će postati nevažna.«

Drugim riječima, našem bi nadzoru mogli izmaknuti čak i strojevi manje inteligentni od čovjeka zahvaljujući svojoj radnoj brzini. A zapravo postoje jaki razlozi za pretpostavku da će strojevi postati mnogo inteligentniji, a također i neusporedivo brži od svojih graditelja.

Još postoje neki stručnjaci koji strojevima niječu bilo kakav stupanj inteligencije, i sada i ubuduće. Prema tom njihovom stavu možemo ih usporediti s kemičarima ranog XIX stoljeća. Tada je bilo pozna-

to da su svi živi organizmi građeni od nekoliko poznatih počela — uglavnom ugljika, vodika, kisika i dušika — ali se čvrsto vjerovalo da za spojeve koji su u živom organizmu nisu dovoljni samo ti elementi, nego je potreban još nekakav drukčiji sastojak, neka esencija ili životna bit što će zauvijek ostati nepoznata čovjeku. Niti jedan kemičar tog doba nije mogao uzeti ugljik, vodik itd. i sastaviti neku od tvari na kojima se zasniva život. Svjetovi anorganske i organske kemije bili su odvojeni nepremostivom zaprekom.

Taj misticizam pokopan je 1828. kada je Wöhler sintetizirao ureu i pokazao da nema nikakve razlike između kemijskih reakcija koje se zbivaju u tijelu i onih u retorti. Bio je to strašan udarac za one pobožne duše koje su vjerovale da čovjek nikad neće razumjeti i oponašati životne procese. Mnogi su ljudi danas isto tako zgranuti tvrdnjom da strojevi mogu misliti, ali to njihovo neslaganje ni najmanje neće promijeniti stvari.

Budući da ovo nije rasprava o gradnji računala, nemojte očekivati upute za gradnju stroja koji misli. Sumnjam da će to poći za rukom bilo kojem ljudskom biću, ali može se zamisliti slijed događaja koji vodi od čovjeka do razumnog stroja. Prva dva ili tri koraka na tom putu već su učinjena; postoje već strojevi koji mogu učiti na temelju iskustva, iz svojih vlastitih pogrešaka, ne ponavljajući ih za razliku od ljudskih bića. Načinjeni su strojevi koji ne sjede pasivno očekujući naredbe, nego istražuju svijet oko sebe na način koji se jedino može nazvati radoznalošću. Drugi traže dokaze matematičkih ili logičkih teorema, nalazeći ponekad rješenja kojima iznenađuju i svoje tvorce.

Te slabe iskre izvorne inteligencije zasad su ograničene na nekoliko laboratorijskih modela i ne pokazuju ih divovska računala što ih danas možete kupiti za stotinjak tisuća dolara. No, inteligencija strojeva će rasti i nadmašiti će granice ljudske misli čim se pojavi druga generacija računala — generacija što je nisu zamislili ljudi, nego druga, »gotovo inteli-

gentna« računala. Osim zamisli, strojevi će preuzeti i gradnju jer će biti mnogo više dijelova za ručno sastavljanje. Možda će prvi razumni strojevi izrasti, umjesto da budu sagrađeni; u tom su smislu već izvedeni neki obećavajući načelni pokusi. Pronađeni su umjetni organizmi koji se mogu međusobno povezivati prilagođavajući se tako promjenljivim uvjetima. Na tome bi se mogla zasnivati računala koja će se razvijati od jednostavnog uređaja, usmjereno programirana za određene ciljeve do kojih bi dolazila stvarajući svoje vlastite strujne krugove, recimo rastom mreže niti u provodnom sredstvu. Takav bi rast bio umjetna analogija onoga što se svakome od nas događa tokom prvih devet mjeseci postojanja.

Sva nagađanja o razumnim strojevima neizbježno su uvjetovana — zapravo nadahnuta — našim poznavanjem ljudskog mozga, jedinog inteligentnog uređaja što se sada može naći na tržištu. Naravno, nitko ne misli da potpuno shvaća rad mozga ili da ćemo ovladati takvim znanjem u bliskoj budućnosti. (Zgodno je filozofsko pitanje može li načelno mozak shvatiti sam sebe?) O njegovoj građi znamo, međutim, dovoljno da zaključimo štošta o ograničenjima »mozgova«, bili oni organski ili anorganski.

U našoj lubanji ima otprilike 10 milijardi prekidača — ili neurona — povezanih u nezamislivo zamršene krugove. A 10 milijardi je tako velik broj da je donedavno bio dobar razlog protiv ostvarenja umjetnog razuma. Prije dvadeset godina jedan je poznati neurofiziolog izjavio da bi elektronički model ljudskog mozga bio velik kao Empire State Building i da bi za njegovo hlađenje bila potrebna sva voda slapova Niagare. (Branitelji nadmoći ljudskog mozga još uvijek ponavljaju tu izjavu poput magijskih riječi.)

To se sada može svrstati zajedno s ostalim zanimljivim tvrdnjama poput one da »strojevi teži od zraka nikada neće poletjeti«. Ta procjena potječe, naime, iz vremena elektronskih cijevi (sjećate li ih se?), a sad je tranzistor potpuno promijenio sliku. Tehnološki se napredak danas zbiva tako brzo da već i

tranzistor istiskuju sve manja i sve brža sredstva koja se temelje na teško razumljivim principima kvantne fizike. Kad bi jedini problem bio prostor, mogli bismo današnjom elektronikom sagraditi računalo jednakog kapaciteta kao ljudski mozak koje bi stalo u jedan kat Empire State Buildinga.

Prekinimo na čas zbog jedne ispravke. Teško je održati korak sa znanošću; otkad sam napisao ovaj posljednji odlomak tvrtka Marquardt najavila je nov uređaj za pohranu podataka koji ima takav kapacitet da bi se u kocku, stranice 2 metra, mogli spremiti svi podaci zabilježeni tokom posljednjih 10 000 godina. To dakako znači ne samo svaka knjiga koja je ikad objavljena, nego sve što je ikad napisano na bilo kojem jeziku na papiru, papirosu, pergamentu ili kamenu. To predstavlja neizrecivi kapacitet, milijunima puta veći od pamćenja jednog čovjeka i premda postoji velika razlika između pohrane podataka i stvaralačkog mišljenja — Kongresna knjižnica nikada nije napisala knjigu — to pokazuje da umjetni mozgovi golemog kapaciteta mogu biti prilično malih dimenzija.

To neće iznenaditi one koji se sjećaju kako su se radio-aparati smanjili od nezgrapnih modela tridesetih godina do današnjih džepnih (a ipak mnogo složenijih) tranzistorskih prijemnika. To se smanjivanje sve više ubrzava, ako mogu tako reći. Načinjeni su već radio-prijemnici veličine kocke šećera, a uskoro će biti veličine zrna žita jer geslo stručnjaka za mikrominijaturizaciju glasi: »Ono što možeš vidjeti preveliko je«.

Da bih dokazao da ne pretjerujem, evo nekih podataka što ih možete ispričati slijedećem hi-fi fanatiku kad se bude hvalio svojim najnovijim uređajima. Tokom pedesetih godina elektroničari su mogli u kocku stranice 30 centimetara ugraditi 100.000 komponenata. (Radi usporedbe dobar hi-fi uređaj sadrži dvije do tri stotine komponenata, a kućni radio-prijemnik oko stotinu.) Početkom šezdesetih godina u isti se volumen moglo ugraditi oko milijun

komponenata, a u sedamdesetima, zahvaljujući fizici čvrstog stanja, taj broj se popeo na 100,000.000.

Premda je ovaj posljednji broj vrlo velik, ljudski ga mozak tisućostruko nadmašuje, ugrađujući svojih 10 milijardi neurona u desetinu tog volumena. Iako mala veličina nije nužno prednost, čak i to možda još nije ni blizu granici kompaktnosti.

Naime, stanice od kojih je građen naš mozak su spore, nezgrapne i rasipne u potrošnji energije, ako se usporede s teorijski mogućim elementima računala jedva većim od atoma. Matematičar John von Neumann pokazao je da elektroničke stanice mogu biti 10 milijardi puta djelotvornije od protoplazmatskih; one su već i sada milijun puta brže u radu, a brzina se često može mijenjati za veličinu. Dovedemo li te misli do konačnog zaključka, pokazuje se da računalo koje po snazi odgovara jednom ljudskom mozgu ne mora biti veće od kutije šibica.

Ova uznemirujuća misao postaje jasnija kad kritički razmislimo o mesu, krvi i kostima kao građevnom materijalu. Sva su živa stvorenja čudesna ali sačuvajmo ipak osjećaj za mjeru. Najdivnija stvar u vezi sa životom je samo njegovo postojanje uz upotrebu tako neobičnih materijala i zaobilazno rješavanje problema.

Odličan je primjer oko. Pretpostavimo da morate načiniti kameru — jer to je zapravo oko — i da vam od materijala na raspolaganju stoji jedino voda i želatina te da ne smijete upotrijebiti ni komadić stakla, metala ili plastike. To se očito ne može . . .

Imate pravo; bilo bi to nemoguće ostvariti. Oko je čudo evolucije ali ono je loša kamera. To možete dokazati čitajući slijedeću rečenicu.

Evo jedne riječi srednje dužine: fotografija. Zatvorite jedno oko, a drugim fiksirajte središnji »r«. Možda će vas iznenaditi da — ako ne varate mijenjajući smjer pogleda — ne možete cijelu riječ vidjeti jasno. Ona postaje neoštra od trećeg ili četvrtog slova ulijevo i udesno.

Niti jedna kamera što je ikada načinjena — pa čak i najjeftinija — nema tako loš optički učinak. Što se tiče vida u boji, ljudsko oko se također nema čime pohvaliti jer opaža samo manji dio spektra. Za svijet infracrvenog i ultraljubičastog, vidljiv pčelama i ostalim insektima, oko je potpuno slijepo.

Tih nedostataka nismo svjesni jer smo s njima odrasli i kada bi oni bili ispravljeni, mozak bi imao velike teškoće s obradom znatno povećanog dotoka podataka, no nemojmo praviti od siromaštva vrlinu; kad bi naše oči imale barem optički učinak najjeftinijih kamera, mi bismo živjeli u mnogo bogatijem i živopisnijem svijetu.

Ti se nedostaci javljaju zato jer se od živog tijela jednostavno ne mogu napraviti precizni znanstveni instrumenti. S okom, uhom i nosom te svim ostalim osjetilnim organima evolucija je izvršila nevjerojatnu zadaću i pravo je čudo da je u tome uspjela. Ali u budućnosti nam to neće biti dovoljno, a zapravo nam nije više dovoljno ni sada.

Hitno su nam potrebna neka osjetila koja ne postoje i koja živi organizam vjerojatno nikada ne bi mogao razviti. Nije nam poznato da je na ovom planetu bilo koje biće ikada uspjelo razviti organe kojima se mogu opažati radio-valovi ili radioaktivnost. Premda ne bih htio postavljati zakone i tvrditi da nigdje u svemiru ne može biti organskih Geigerovih brojača ili živih TV-prijemnika, to mi se čini vrlo nevjerojatnim. Ima stvari što ih mogu izvesti jedino vakuumske cijevi ili magnetska polja ili elektronski snopovi, pa zbog toga nadilaze mogućnosti organskih struktura.

Još je jedan osnovni razlog zbog kojeg se živi strojevi poput vas i mene ne mogu nadmetati s neživima. Osim što smo građeni od lošeg materijala, nas onemogućuje i jedna od najneobičnijih proizvodnih specifikacija što su ikada izdane. Kakav se učinak može očekivati od stroja koji tokom proizvodnje mora narasti nekoliko milijardi puta i koji se neprestano mora obnavljati, molekula za molekulom, svakih nekoliko tjedana? To je upravo ono što se sa

svima nama stalno zbiva; vi niste više isti čovjek kao prije godinu dana, u doslovnom smislu riječi.

Veći dio energije i napora koji se troši za održavanje tijela ide na to vječno rušenje i ponovu gradnju — krug koji se zatvara u nekoliko tjedana. Gradovi poput Londona ili New Yorka koji su jednostavnije strukture od čovjeka trebaju za svoje obnavljanje stotinjak puta više vremena. Pomislite li na milijarde građevinskih poduzetnika i opskrbnih službi što užurbano posluju u tijelu razarajući arterije, živce pa čak i kosti, nevjerojatno je da za razmišljanje uopće ostaje nešto energije. Potpuno mi je jasno da spomenuta ograničenja i nedostaci ne izgledaju tako gledani iz drugog kuta. Živa se bića razvijaju zbog same svoje prirode od jednostavnijih organizama prema složenijima. Ona su vjerojatno jedini put za dostizanje inteligencije jer bi teško bilo zamisliti kako bi beživotni planet mogao izravno od metalnih ruda i mineralnih ležišta doći do elektroničkih računala bez ičije pomoći.

Premda se inteligencija može razviti jedino iz života, ona ga kasnije može odbaciti. Možda bi u kasnijem razdoblju, kao što predviđaju mistici, ona mogla odbaciti i materiju ali to bi nas odvelo u nagađanja koja bih radije izbjegao.

Često se kao prednost živih bića naglašava njihova sposobnost da se obnavljaju i razmnožavaju s lakoćom — zapravo s osobitim žarom. Ta će prednost pred strojevima biti kratkog vijeka; već su razrađena opća načela za gradnju strojeva koji se sami obnavljaju i reproduciraju. Ima neke ironije u činjenici da je A. M. Turing, istaknuti matematičar koji je istraživao na tom području i prvi upozorio na mogućnost gradnje razumnih strojeva, počinio samoubojstvo nekoliko godina nakon objavljivanja svojih rezultata. Teško je ne izvući iz toga pouku.

Najveći je poticaj razvoju mehaničke inteligencije — za razliku od organske — izazov svemira. Čovjeku je izravno dostupan jedino beznačajno malen djelić svemira gdje možemo živjeti bez posebne za-

štite i mehaničkih pomagala. Ako bismo velikodušno pretpostavili da se potencijalni životni prostor čovječanstva proteže od morske razine do visine od 5 000 metara na čitavoj Zemlji to je ukupno oko 2,5 milijarde prostornih kilometara. To je impresivan broj osobito ako se prisjetimo da bi se cijeli ljudski rod mogao smjestiti u kocku stranice 1,5 kilometra. Ali, to je potpuno beznačajno u usporedbi sa svemirom. Nadohvat našim teleskopima, čiji će se domet u budućnosti još povećati, prostire se volumen najmanje milijun milijuna milijuna milijuna milijuna milijuna milijuna milijuna milijuna milijuna puta veći. Iako je takav broj potpuno nepojmljiv ipak mu možemo dati shvatljiv smisao. Ako poznati svemir svedemo na veličinu Zemlje onda bi prostor u kojemu možemo živjeti bez svemirskih odijela i nastambi pod pritiskom odgovarao veličini jednog atoma.

Točno je da ćemo jednog dana istražiti i kolonizirati mnoge druge atome tog prostora veličine Zemlje ali ćemo to platiti golemim tehničkim naporima jer ćemo veći dio energije morati posvetiti zaštiti naših krhkih i osjetljivih tijela od ekstremnih temperatura, tlakova i gravitacija što nas očekuju u svemiru i na drugim svjetovima. U vrlo širokim granicama strojevi su neosjetljivi na takve ekstreme, a što je još važnije, oni mogu godinama i stoljećima strpljivo čekati, što će biti potrebno prilikom putovanja u udaljene prostore svemira.

Bića od krvi i mesa poput nas mogu istražiti i ovladati samo beznačajnim dijelom svemira. Jedino bića od metala i plastike moći će ga zaista osvojiti kao što su uostalom već počela. Mali mozgovi naših »Marinera« i »Pioneera« dalek su nagovještaj mehaničkih inteligencija koje će jednoga dana biti lansirane prema zvijezdama.

Suočena s okrutnijom i složenijom okolinom od one koja se može naći na ovom planetu, inteligencija će možda tek u svemiru dosegnuti svoje konačne mogućnosti. Poput ostalih vrlina, inteligencija se razvija borbom i sukobom; u budućim vremenima

na blagoj Zemlji možda će ostati samo budale, a pravi će se geniji rađati jedino u svemiru gdje će vladati strojevi a ne krv i meso.

Sličan primjer možemo naći na našem planetu. Prije nekoliko milijuna godina najinteligentniji među sisavcima povukli su se iz bitke za suho tlo i vratili se u svoju davnašnju okolinu, more. Oni su još uvijek tamo, a mozgovi su im veći i mogli bi biti snažniji od naših. No, oni ih (koliko znamo) ne upotrebljavaju; statična morska okolina ne postavlja velike zahtjeve inteligenciji. Pliskavice i kitovi koji su nam mogli biti ravni, a možda i nadmoćni da su ostali na kopnu, sada se prostodušno i bezazleno utrkuju s novim morskim čudovištima što prevoze stotine megatona smrti. Oni su možda izabrali bolje od nas ali sada je prekasno da im se pridružimo.

Ako ste me slijedili sve do sada, protoplazmatsko računalo u vašoj glavi trebalo bi da je već programirano da prihvati misao da strojevi mogu biti i inteligentniji i svestraniji od ljudi te da to mogu postati već u vrlo bliskoj budućnosti. Vrijeme je, dakle, da se pitamo: »Što će onda biti s čovjekom?«

Bojim se da to nije osobito važno pitanje osim, dakako, za čovjeka. Možda su na sličan način jadikovali neandertalci, negdje oko 100.000 godina prije n. e. kada se na pozornici pojavio homo sapiens sa svojim ružnim uspravnim čelom i smiješnom isturenom bradom. Svaki paleolitski filozof koji bi dao pravi odgovor svojim kolegama vjerojatno bi bio završio u kotlu; spreman sam da se izložim toj opasnosti.

Kratkoročna prognoza prije bi mogla izazvati veselje nego potištenost. Predstoji nam možda kratko zlatno doba kad će ljudi uživati u snazi i svestranosti svojih novih ortaka. Ako ne bude rata, to je doba upravo pred nama. Nedavno je rekao dr Simon Ramo: »Tokom slijedećeg desetljeća najviše ćemo se baviti proširenjem ljudskog razuma pomoću elektronike.« To je nesumnjivo točno ali valja imati na umu da bi nešto kasnije riječ »proširenje« mogla biti zamijenjena riječju »uništenje«.

Jedan od načina kako bi nam razumni strojevi mogli pomoći jest preuzimanje jednostavnijih poslova što bi ljudskom mozgu omogućilo da se usredotoči na složenije stvari (ništa naravno ne jamči da će se on toga doista prihvatiti). Već možda za nekoliko generacija svakog će čovjeka kroz život pratiti elektronički pratilac, ne veći od današnjih tranzistorskih radio-prijemnika. On će »odrasti« uz čovjeka, upoznajući njegove navike i poslove i preuzimajući manje zadatke poput poslovnog dopisivanja i brige oko poreznih obveza. Ponekad bi čak mogao preuzeti mjesto svog gospodara odlazeći na sastanke i zatim potanko izvještavajući o njima. Mogao bi ga zamijeniti na telefonu tako vjerno da nitko ne bi mogao prosuditi govori li čovjek ili stroj; za sto godina Turingova »igra« mogla bi postati sastavni dio našeg društvenog života sa svim zapletima i mogućnostima što ih prepuštam vašoj mašti.

Možda se sjećate onog ljupkog robota Robbija iz filma »Zabranjeni planet«. (To je jedan od tri ili četiri dosad snimljena znanstveno-fantastična filma što se izdvajaju od ostalih; činjenica da je zaplet posuđen od Shakespearea samo je pomogla.) Mislim, potpuno ozbiljno, da će većina Robbijevih sposobnosti — zajedno s vještinama poznatijeg lika, Jeevesa — jednog dana biti ugrađena u neku vrstu elektroničkog pratioca — tajnice-lisnice. On će biti mnogo manji i skladniji od hodajućih muzičkih automata ili mehaniziranih viteških oklopa što ih s tipičnim nedostatkom mašte nudi Hollywood kad želi prikazati robota. Bit će to vrlo nadaren uređaj na koji će se pomoću odgovarajućih utikača moći priključiti veliki izbor osjetila i udova. To bi zapravo bila neka vrsta bestjelesnog razuma opće namjene što bi se mogao spojiti na sva oruđa potrebna u određenoj prilici. Jednog dana on bi mogao rukovati mikrofonima ili električnim pisaćim strojevima ili TV-kamerama, a drugog automobilima ili zrakoplovima — ili tijelima ljudi i životinja.

Sad je trenutak da se pozabavimo s predodžbom koja većinu ljudi još više užasava od ideje da će nas

strojevi nadmašiti ili istisnuti. To je ideja da bi se oni mogli sjediniti s nama što sam spomenuo već u prethodnom poglavlju.

Ne znam tko je prvi došao na tu pomisao; vjerojatno je to bio fizičar J. D. Bernal koji je 1929. objavio izuzetnu knjigu znanstvenih predviđanja pod naslovom »The World, the Flesh and the Devil« (»Svijet, tijelo i đavo«). U toj tankoj knjizi (koja se nedavno pojavila u novom izdanju Indiana University Pressa) Bernal je zaključio da se mnogobrojna ograničenja, nametnuta ljudskom tijelu mogu prevladati jedino upotrebom mehaničkih priključaka i nadomjestaka dok konačno od čitavog izvornog organskog tijela čovjeka ne ostane jedino mozak.

Ta je zamisao sada već mnogo prihvatljivija nego u Bernalovo vrijeme jer smo u posljednjih nekoliko desetljeća svjedoci razvoja umjetnog srca, bubrega, pluća i ostalih organa te povezivanja elektroničkih pomagala izravno s ljudskim živčanim sustavom.

Olaf Stapledon je razvio tu misao u svojoj divnoj povijesti budućnosti »Last and First Men« (»Posljednji i prvi ljudi«) zamišljajući doba besmrtnih »velikih mozgova«, s promjerom od nekoliko metara koji žive u ćelijama nalik na pčelinje saće, održavani crpkama i kemijskim postrojenjima. Premda potpuno nepokretni, oni bi svoja osjetila mogli uputiti kud god zažele pa bi njihova svijest mogla biti bilo gdje na Zemlji ili u svemiru. Mi koji svoje mozgove nosimo naokolo u istoj krhkoj posudi kao i svoje oči, uši i ostala osjetila, često s kobnim ishodom, možda nećemo uočiti prednosti te važne osobine. Uz usavršene telekomunikacije, nepokretnost mozga nije nedostatak, nego prednost. Vaš sadašnji mozak zatočen unutar koštanih zidova komunicira s vanjskim svijetom i prima o njemu podatke putem telefonskih žica centralnog živčanog sustava — žica koje su duge od nekoliko milimetara do dva metra. Kad bi te žice bile dugačke stotinama ili tisućama kilometara ili kad bi se koristila i radio-veza, a vaš mozak

pri tome bio nepokretan, ne biste mogli opaziti razliku.

Na grub način koji nagovještava budućnost, osjetila vida i opipa već smo udaljili od svojih tijela. Ljudi koji rade s radioaktivnim izotopima, rukujući njima pomoću daljinski upravljane mehaničke šake i promatrajući ih pomoću televizije postigli su djelomično odvajanje mozga i osjetila. Dok su oni na jednom mjestu njihov duh djeluje na drugom.

U novije vrijeme izmišljena je riječ »kiborg« (kibernetički organizam) da bi se opisali strojevi — životinje zasnovani na principima što smo ih upravo opisali. Dr Manfred Clynes i dr Nathan Kline (Rockland State Hospital, New York) koji su izmislili taj naziv definirali su pojam kiborga ovako: »Egzogeno proširen organizacijski kompleks koji djeluje kao homeostatički sustav«. To znači tijelo na koje su pričvršćeni ili ugrađeni strojevi koji preuzimaju ili preinačuju neke od njegovih funkcija. Pretpostavljam da bi se čovjeka u željeznim plućima moglo nazvati kiborgom ali taj pojam ima puno dublji smisao. Jednog ćemo dana možda moći ostvariti privremene zajednice s dovoljno usavršenim strojevima te moći tako ne samo upravljati nego doslovno postati svemirskim brodom, podmornicom ili televizijskom mrežom. To bi nam pružilo mnogo više od samog intelektualnog zadovoljstva; uzbuđenje što ga možemo doživjeti vozeći trkaći automobil ili upravljajući avionom možda je samo blijeda slika doživljaja što će ga upoznati naši praunuci kad se oslobođena ljudska svijest bude mogla po volji skitati od stroja do stroja, do krajnjih dubina mora, neba i svemira.

No, koliko će ta zajednica potrajati? Može li spoj čovjeka i stroja uopće biti postojan ili će organski dio ostati takva smetnja da će morati biti odbačen? Ako se to konačno dogodi, a mislim da navedeni razlozi pokazuju da mora biti tako, nemamo razloga da žalimo niti da se bojimo.

Uvriježena predodžba, što je njeguju stripovi i jeftina znanstvena fantastika, da razumni strojevi mo-

raju biti zlonamjerna bića neprijateljski raspoložena prema čovjeku, toliko je besmislena da ne vrijedi trošiti snagu na njeno pobijanje. Usudio bih se čak tvrditi da jedino neinteligentni strojevi mogu biti zlonamjerni; sa mnom će se vjerojatno složiti svatko tko je pokušavao pokrenuti ćudljivi izvanbrodski motor. Oni koji strojeve vide kao aktivne neprijatelje, zapravo svoje vlastite, iz džungle naslijeđene agresivne porive, projiciraju na svijet u kojem takve stvari ne postoje. Što je viši stupanj inteligencije, veća je spremnost na suradnju. Bude li ikada rata između ljudi i strojeva, lako je pogoditi tko će ga započeti.

Međutim koliko god bili strojevi budućnosti prijateljski raspoloženi i uslužni, većina će ljudi smatrati da su izgledi čovječanstva tmurni ako ono završi kao maženi uzorak u nekom biološkom muzeju — čak ako bi taj muzej bio cijeli Zemljin planet. To je pak stav što ga ja ne mogu odobriti.

Nitko ne postoji zauvijek pa zašto bismo onda očekivali da naša vrsta bude besmrtna? Čovjek je, rekao je Nietzsche, most između životinje i natčovjeka — most preko ponora. Poslužiti toj svrsi bit će plemenita zadaća.

XIX poglavlje

DUGO BUĐENJE

Gledajući prethodna poglavlja, svjestan sam da su mnoge stvari nedosljedne a neke su izostavljene. Zbog prvog se ne kajem, zbog toga što sam ih naveo u predgovoru. U pokušaju da istražim suprotne, čak i međusobno isključive mogućnosti, nastojao sam se približiti i jednoj i drugoj krajnosti. Ponekad je to izazvalo osjećaj ponosa zbog ljudskih prošlih i budućih dostignuća, a ponekad uvjerenje da smo tek na ranom stupnju toka evolucije, osuđeni da nestanemo ostavivši posve malen trag u svemiru. Čitatelj ovdje mora izabrati svoj vlastiti stav; no, kakvo god stajalište zauzeo, preporučio bih mu da zadrži mogućnost uzmaka.

Što se tiče onoga što sam izostavio, neke stvari nedostaju zato jer me ne zanimaju a druge jer ih ne poznajem dovoljno da bih o njima raspravljao. Zbog ovog posljednjeg razloga medicinske i biološke teme nisu podrobnije obrađene. Čini se posve mogućim da će se mnoga buduća dostignuća u proizvodnji, prikupljanju i obradi podataka temeljiti na živim, ili dijelom živim, stvorenjima, a ne na neživim uređajima. Priroda besplatno nudi toliko zadivljujućih mehanizama da bi bilo glupo ne iskoristiti ih koliko god je moguće. Ne sumnjam da će naši potomci upotrebljavati mnoge inteligentne životinje

za obavljanje poslova što bi ih inače mogli vršiti jedino vrlo skupi i složeni roboti.

S tim u vezi mogao sam nešto reći o pokušajima dr Lillyja i njegovih suradnika, kojima je cilj da se ostvari komuniciranje s dupinima.* Mogao sam napisati nešto više i o mogućnostima dodira s izvanzemaljskim inteligencijama putem radija ili laserskih zraka. Oba će nastojanja prije ili kasnije biti ostvarena, ali otvaraju tako široke mogućnosti da je besmisleno, nagađati o njima; tu još za sada nema graničnih oznaka koje bi obilježile gdje prestaje znanost a počinje mašta.

Kad smo već kod komuniciranja, mogao sam više pažnje posvetiti i važnom problemu komuniciranja među ljudskim bićima. Razvoj »programskih jezika« za elektronička računala imat će nesumnjivo povratni utjecaj na lingvistiku. Neki su znanstvenici već pokušali da razviju logičke jezike koji ne bi bili opterećeni dvosmislenostima i nedostacima postojećih jezika. To je daleko ambiciozniji pothvat od uvođenja novog esperanta ili interlingue jer zadire do samih korijena mišljenja. (Takav je pokušaj opisan u članku LOGLAN, Scientific American, lipnja 1960.) Premda se bojim da logički jezik neće biti pogodan za pjesništvo ili ljubavna pisma, valja pozdraviti njegov razvoj. U budućnosti ćemo možda imati dva jezika — jedan za misli i jedan za osjećaje. Taj drugi će možda biti primjenljiv isključivo na ljudsku rasu ali prvi bi mogao biti upotrebljiv mnogo šire.

Upravljanje dnevnim vremenskim prilikama ili čak klimom, također je predmet o kojemu se moglo više reći. Osim očite zemaljske važnosti, to bi dovelo do nečega što bi se moglo nazvati »planetarnim inženjerstvom« — do širokih zahvata kojima bi se druga svemirska tijela prilagodila našim potrebama i postala naseljiva. Traganje za sličnim djelatnostima drugdje u svemiru postat će možda jedna od važnih zadaća budućih astronoma; to dokazuje poznata rasprava o »kanalima« na Marsu.

* (Vidi John C. Lilly: »Man and Dolphin« — »Čovjek i dupin«.)

Neki oblici simetričnih ili uređenih struktura, neki oblici oslobađanja energije svojom neprirodnošću upozoravaju na inteligentno djelovanje. Kad se energetski izvor koji odgovara jakosti od nekoliko megatona prostire na području promjera nekoliko kilometara, to može biti vulkan, no ako je ograničen na točku, to može biti jedino bomba.

Radio-astronomi otkrivaju vrlo neobične pojave u drugim galaktikama; A Djevica (M 87) npr. pokazuje sjajan mlaz što izlazi iz njene jezgre, poput reflektora čiji je snop dug stotinama svjetlosnih godina. Najneobičnija je na tom mlazu koncentriranost njegove energije što vjerojatno odgovara energiji milijuna supernova ili zračenju milijun milijuna običnih zvijezda. Tolika bi se energija dobila potpunom anihilacijom mase stotinu puta veće od Sunčeve! To se ne može objasniti nikakvim poznatim prirodnim procesom jer bi to bilo kao da uspoređujemo vodikovu bombu s gejzirom. Vjerojatno ipak postoji prirodno objašnjenje koje još nismo otkrili ali ne mogu odoljeti iskušenju da ne nagađam o drugoj mogućnosti. Uz dovoljno vremena, razumna bića mogu ovladati ne samo planetima ili zvijezdama nego i čitavim galaktikama. Ako je mlaz iz M 87 umjetan, što mu je svrha? Je li to pokušaj da se upute poruke drugim galaktikama? Oruđe svemirskih inženjera? Oružje? Ili neki nusproizvod neshvatljivih vjera i filozofija kao što je na našem planetu Keopsova piramida divovski simbol danas već potpuno iščezlog duha?

Takvi bi pothvati zahtijevali dugi slijed vremenskih razdoblja i neprekinuti niz kultura u, za nas neshvatljivim razmjerima. Vremena je bilo dovoljno, u to ne treba sumnjati. Astronomi neprestano povećavaju procjenu starosti svemira; sadašnja procjena je oko 25 milijardi godina. Kažemo li da ljudska civilizacija postoji otprilike milijuntinu starosti ove galaktike, vjerojatno nismo mnogo pogriješili.

No također izgleda da je dosadašnje postojanje galaktike tek puki trenutak u usporedbi s vremenom što tek dolazi. Zvijezde poput Sunca mogu, uz sada-

šnje neštedljivo zračenje, gorjeti još milijardama godina, a zatim, nakon raznih unutrašnjih promjena, prijeći će u skromniji oblik postojanja, u zvijezde-patuljke. Preoblikovani zvjezdani rasipnici mogu potom sjati postojano još milijardama godina. Planeti takvih zvijezda, ako su jednako udaljeni od svojih sunaca kao Zemlja (ili čak Merkur) smrznuli bi se na temperaturu stotinjak stupnjeva ispod nule. No, do vremena o kojemu govorimo, prirodni ili umjetni planeti mogli bi biti približeni svom suncu kako bi izbjegli nadolazeće ledeno doba, upravo kao što su se u davnoj prošlosti naši divlji preci okupljali oko vatre da bi se zaštitili od hladnoće i noćnih sjena.

U svom poznatom ulomku Bertrand Russel je primijetio »... da je sav trud povijesti, sva odanost i sva nadahnuća, sav sjaj ljudskog genija osuđen na propast u općoj smrti Sunčevog sustava i da će cijeli hram ljudskih dostignuća neizbježno biti zatrpan ruševinama svemira koji propada. O svim tim stvarima može se raspravljati, ali one su toliko sigurne da nema nade da se održi nijedna filozofija koja ih odbija«. Možda je to zaista točno ali propast svemira je tako nezamislivo daleko da se izravno ne tiče naše vrste ili, možda, bilo koje vrste koja sada postoji ma gdje u vrtlogu zvijezda što ga nazivamo Kumovskom slamom. Naša je galaktika sada u kratkom proljeću svog postojanja — proljeću što ga ukrašavaju blistave plavo-bijele zvijezde poput Vege i Sirijusa i, znatno skromnije, naše Sunce. Tek nakon što one iscrpe žarki sjaj svoje mladosti, tokom nekoliko kratkih milijardi godina, počet će prava povijest svemira. Bit će to povijest obasjana crvenim i infracrvenim zračenjem zvijezda koje gotovo nevidljivo tinjaju. Zagasiti tonovi tog umirućeg svemira možda će za neka čudna stvorenja koja su mu se prilagodila izgledati puni boja i ljepote. Oni će znati da su pred njima ne milijuni godina kojima mjerimo geološka doba, niti milijarde godina koliko traje prošli život zvijezda, nego doba koje se mjeri bilijunima godina. U tom beskrajnom razdoblju oni će imati dovoljno vremena da sve pokušaju i sakupe svo zna-

nje. Oni neće biti nalik na bogove jer nijedan od bogova što ih je zamislio naš um nikada nije imao moć kakvom će oni raspolagati. Zbog svega toga oni će možda zavidjeti nama koji smo se kupali u blistavom sjaju zaostalom nakon stvaranja jer smo poznavali svemir dok je bio mlad.

Tabelu koja slijedi ne treba, dakako, shvatiti previše ozbiljno, no zabavno je i poučno ekstrapolirati vremenski slijed prošlih znanstvenih dostignuća u budućnost. Ne posluži li ničem drugom, već i kratak pregled onoga što se dogodilo u posljednjih 150 godina morao bi uvjeriti svakoga da se s današnjom maštom ne može vidjeti dalje od 2100. godine. Ja nisam to ni pokušao.

P. S. Dopunjujući ovu tabelu nakon deset godina, unio sam samo četiri izmjene. Strojevi za prevođenje, efikasni akumulatori i komuniciranje s morskim sisavcima pokazali su se težim problemom nego što sam očekivao pa su pomaknuti za jedno desetljeće dalje. A valovi gravitacije — u početku sredinom osamdesetih godina — pomaknuti su unatrag jer su otkriveni već 1969. godine.

PROŠLOST

Godina	Prijevoz	Komunikacije, informacije	Materijali, tehnologija	Biologija, kemija	Fizika
1800.	željeznica	fotoaparat	parni stroj	anorganska kemija	atomska teorija
	parobrod	Babbagovo računalo		sinteza uree	
1850.		telegraf	strojni alati		spektroskopija
			elektricitet	organska kemija	zakon sačuvanja energije
		telefon			elektromagnetizam
	automobil	fonograf		evolucija	
1900.		uredski strojevi	dizel-motor		
	zrakoplov		benzinski motor	boje	rendgenske zrake
					elektron
		elektronska cijev	serijska proizvodnja	genetika	radioaktivnost
				vitamini	
1910.			dušični spojevi	plastične mase	izotopi
		radio			kvantna teorija
				kromosomi	
1920.				geni	teorija relativnosti
					atomska građa

1930.				jezik pčela hormoni	princip neodređenosti
		TV			valna mehanika
1940.	mlažnjak raketa helikopter	radar			neutron
		magnetofon elektroničko računalo	magnezij iz mora	sintetika antibiotici	fisija urana akceleratori
1950.		kibernetika	atomska energija	silikoni	radio-astronomija
		tranzistor maser	automacija		međunarodna geofizička godina
	lebdjelica		vodikova bomba	sredstva za umirenje	
	satelit	laser			odbačen princip pariteta
1960.	svemirski brod	komunikacijski satelit		građa bjelančevina genetski kôd	građa jezgre atoma
	svemirska stanica				
1970.	spuštanje na Mjesec nuklearna raketa				gravitacijski valovi

Godina	Prijevoz	Komunikacije, informacije	Materijali, tehnologija	Biologija, kemija	Fizika
				komuniciranje s morskim sisavcima	
1980.	spuštanje na planete	osobni radio	djelotvorna pohrana el. energije	egzobiologija	
1990.		strojno prevođenje	energija fuzije	kiborg	
2000.	koloniziranje planeta	umjetna inteligencija	bežični prijenos energije	pospješena percepcija	subnuklearna građa
		svjetska knjižnica	morsko rudarstvo		
2010.	podzemna sonda	prijenos osjeta	upravljanje lokalnom klimom		nuklearni katalizatori
2020.		logički jezici		upravljanje nasljeđem	
2030.	međuzvjezdana sonda	roboti	svemirsko rudarstvo		

		dodir s izvanzemaljskim civilizacijama		bio-inženjerstvo	
2040.				inteligentne životinje	
			pretvorba elemenata		
2050.	ovladavanje gravitacijom »svemirski pogon«	reprodukcija memorije		privremena obamrlost	
2060.		mehaničko učenje	planetarno inženjerstvo		
		šifrirani opis proizvoda		umjetni život	distorzija vremena i prostora
2070.	približavanje brzini svjetlosti		upravljanje klimom		
2080.	let u međuzvjezdani prostor	umjetna inteligencija nadmašuje ljudsku			
2090.	prijenosnik tvari		replikator		
		svjetski mozak		besmrtnost	
2100.	susret s izvanzemaljskim civilizacijama		astronomsko inženjerstvo		

STVARNOST
Zagreb, Frankopanska 11

Za izdavača
Petar Majstorović

Glavni urednik
Marijan Sinković

Tehnički urednik
Željko Lolić

Lektor
Mirjana Matvejević

Korektor
Željko Plemenčić

Br. MK. 658-1980-1012168

Arthur C. Clarke:
PROFILI BUDUĆNOSTI

Arthur C. Clarke poznat je našem čitateljstvu kao autor brojnih znanstveno-fantastičnih pripovijedaka. Zbirkom futuroloških eseja PROFILI BUDUĆNOSTI Clarke nastoji da odredi horizonte i granice dostignuća generacija koje dolaze. U devetnaest poglavlja ove knjige analizira razne teme, od vozila na zračnom jastuku do krajnjih perspektiva osvajanja svemira.

PROFILI BUDUĆNOSTI uklapaju se u širok prazni prostor između strogih znanstvenih futuroloških studija poput GRANICA RASTA Maedowsa, Randersa i Behrensa i šarenog i maštovitog svijeta znanstvene fantastike. Za razliku od nekritične i strastvene fantazije, Clarke nudi suzdržani optimizam svojih zanimljivih vizija.

Clarkeova knjiga uspostavlja potreban kritički odnos prema budućnosti i njenim tekovinama pa iako se u nekim predviđanjima ne moramo složiti s Clarkeom, kvaliteta je njegove knjige poticaj na razmišljanje.

1012168